# AYT BİYOLOJİ

*Hüsniye Çiçek Aydemir*

SHORTS
İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ

ORİJİNAL
- Aşağıdaki Hologramı Kazıyınız.
- 3D Mobil Uygulamasında Karekodu Okutunuz.
- Kitap Orijinal mi Kontrol Ediniz.
- Korsansa Orijinal Baskısı Ücretsiz Gönderilecektir.
- Aşağıda Hologram Yoksa Kitabı Aldığınız Yere İade Ediniz.

VİDEO DESTEKLİ

# DEFTER

Senin Biyolojin'den

3D MOBİL

VİDEO DERS ANLATIMLARI BURADA!

3D YAYINLARI

Bu ürünün bütün hakları **3D YAYINLARI**'na aittir.
Tamamının ya da bir kısmının ürünü yayımlayan şirketin önceden izni olmaksızın fotokopi ya da elektronik, mekanik herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılması, yayımlanması ve depolanması yasaktır.

**Kapak Tasarım :** 3D Yayınları Grafik Birimi

**Dizgi Tasarım :** 3D Yayınları Dizgi Birimi

**Baskı Tarihi :** 2024

**Baskı :** Birleşik Matbaa
Sertifika No: 47989

**Baskı Adresi :** Pancar Organize 14. Cad. No: 3
Torbalı / İZMİR
Tel: 0232 433 68 66

Fatih Sultan Mh. 2720 Sk. No:4/B
High Life Office
Etimesgut / ANKARA
**Tel.** 444 0 407
/ 3dyayinlari

# ÖN SÖZ

**Sevgili Öğrenciler,**

Uzun, özverili ve titiz bir çalışmanın ürünü olan bu eser, sizleri en iyi şekilde AYT Sınavı'na hazırlamayı ve hedeflerinize ulaşmanıza yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

AYT Biyoloji Defteri hazırlanırken lise müfredatı titizlikle incelenmiş güncellenen bilgiler konu anlatımına dâhil edilmiş. AYT sorularının tarzlarına ve düzeylerine dikkat edilmiştir. Kitabımızın temel felsefesi AYT için hazırlık sürecinde konu, kavram ve müfredat karmaşası yaşatmadan, gerekli olan tüm kazanımları içerecek şekilde konuları öğrenmenizi sağlamak, daha sakin ve daha güvenli ilerlemenize yardımcı olmaktır.

Kitap içeriğinde bulunan notlar ile önemli hatırlatmalar yaparak zihninizi hep tazelemek; beceri temelli sorular ile muhakeme gücünüzü artırmak; ÖSYM benzeri sorular ile ÖSYM soru tarzlarına alıştırmak; konu testleri ile kazanımları değerlendirmenizi sağlamak hedeflenmiştir.

Kitabın hazırlanması sürecinde yardımlarını esirgemeyen Yayın Yönetmenim Sayın Emre Erdoğan'a; sabrı, titizliği ve hep pozitif enerjisi ile katkılarını sunan Süreç Yönetmenlerimiz Sayın İlke Özlem Ünalan ve Sayın Ceren Sıla Gömeli'ye, kitabın dizgisinde sonsuz emeği olan Sayın Tuğba Sözen'e; fikir ve önerileri ile desteklerini esirgemeyen ve video dersler ile de kitabımı sizlerle buluşturan meslektaşlarıma; biraz ihmal ettiğim, hep yanımda olan canım kızım Deniz ve eşim Adem Aydemir ile sevgili aileme teşekkür ederim.

**Başarı ve mutluluk dileklerimle, sevgiler, saygılar...**

**Hüsniye Çiçek Aydemir**

# AYT BİYOLOJİ VİDEO DESTEKLİ DEFTER

## Bu kitapta seni **neler bekliyor?**

**Shorts**

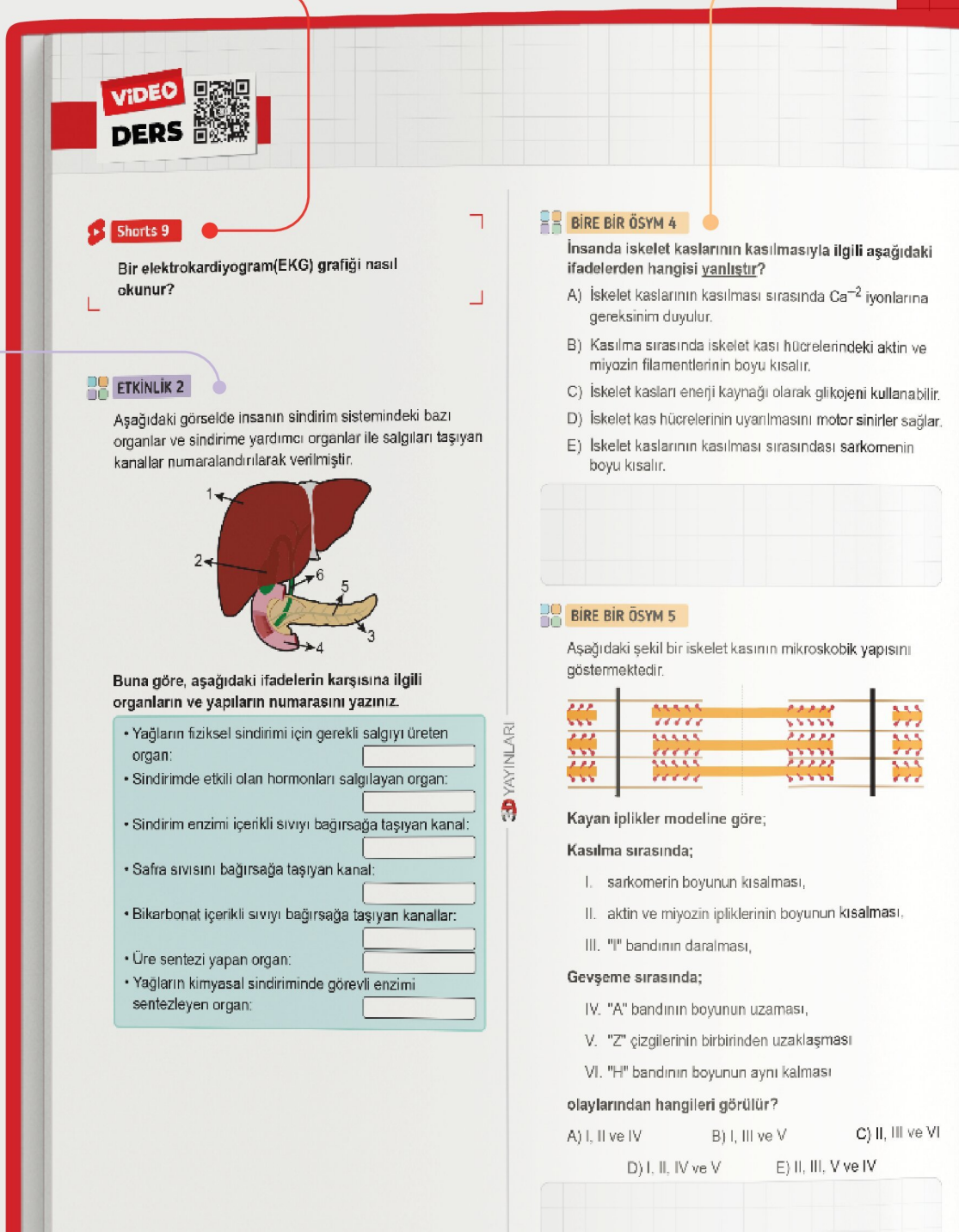
Konu ile ilgili ekstra bilgilerin ve daha fazlasının yer aldığı, YouTube'a özel, özgün çalışmaları içeren bölümlerdir.

**BİRE BİR ÖSYM**

AYT sınavlarında çıkmış soruların doğrultusunda hazırlanan ve ÖSYM soru tarzına aşinalık kazandırmak amacıyla hazırlanan bölümlerdir.

**ETKİNLİK**

Konu anlatımında hedeflenen kazanımların daha detaylı bir şekilde kullanılmasını ve sorgulanmasını amaçlayan bölümlerdir.


VİDEO DERS

Shorts 9

Bir elektrokardiyogram(EKG) grafiği nasıl okunur?

ETKİNLİK 2

Aşağıdaki görselde insanın sindirim sistemindeki bazı organlar ve sindirime yardımcı organlar ile salgıları taşıyan kanallar numaralandırılarak verilmiştir.

1 2 3 4 5 6

Buna göre, aşağıdaki ifadelerin karşısına ilgili organların ve yapıların numarasını yazınız.

- Yağların fiziksel sindirimi için gerekli salgıyı üreten organ:
- Sindirimde etkili olan hormonları salgılayan organ:
- Sindirim enzimi içerikli sıvıyı bağırsağa taşıyan kanal:
- Safra sıvısını bağırsağa taşıyan kanal:
- Bikarbonat içerikli sıvıyı bağırsağa taşıyan kanallar:
- Üre sentezi yapan organ:
- Yağların kimyasal sindiriminde görevli enzimi sentezleyen organ:

BİRE BİR ÖSYM 4

İnsanda iskelet kaslarının kasılmasıyla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) İskelet kaslarının kasılması sırasında $Ca^{-2}$ iyonlarına gereksinim duyulur.
B) Kasılma sırasında iskelet kası hücrelerindeki aktin ve miyozin filamentlerinin boyu kısalır.
C) İskelet kasları enerji kaynağı olarak glikojeni kullanabilir.
D) İskelet kas hücrelerinin uyarılmasını motor sinirler sağlar.
E) İskelet kaslarının kasılması sırasındaki sarkomerin boyu kısalır.

BİRE BİR ÖSYM 5

Aşağıdaki şekil bir iskelet kasının mikroskobik yapısını göstermektedir.

Kayan iplikler modeline göre;

Kasılma sırasında;

I. sarkomerin boyunun kısalması,
II. aktin ve miyozin ipliklerinin boyunun kısalması,
III. "I" bandının daralması,

Gevşeme sırasında;

IV. "A" bandının boyunun uzaması,
V. "Z" çizgilerinin birbirinden uzaklaşması
VI. "H" bandının boyunun aynı kalması

olaylarından hangileri görülür?

A) I, II ve IV B) I, III ve V C) II, III ve VI
D) I, II, IV ve V E) II, III, V ve IV

## BECERİ TEMELLİ SORU

Farklı kazanımları birlikte sorgulayan, yorumlamayı ve kazanımlar arasında bağlantı kurmayı hedefleyen bölümlerdir.

## NOT

Konu anlatımı içerisindeki önemli noktalara dikkat çekilen ve önemli bilgilerin hatırlatıldığı bölümlerdir.

## MERAKLISINA

Konu ile ilgili bilgi birikimini artırarak bakış açısını genişleten, öğrencinin öz güvenini artırmaya yönelik hazırlanan ve ekstra bilgilerin verildiği bölümlerdir.



**ETKİNLİK 9**

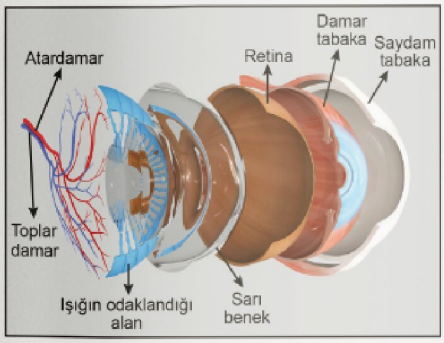
Aşağıda duyu organları ve bu duyu organlarındaki duyu reseptörlerini içeren bölgeler verilmiştir.

**Buna göre, duyu organları ile reseptörleri bulunduran bölgeleri eşleştiriniz.**

| Duyu organı | Reseptörlerin bulunduğu bölge |
|---|---|
| 1. Göz ☐ | a. Sarı benek |
| 2. Kulak ☐ | b. Sarı bölge |
| 3. Burun ☐ | c. Korti organı |
| 4. Dil ☐ | d. Papilla |
| 5. Deri ☐ | e. Dermis |

**BECERİ TEMELLİ SORU 5**

Aşağıdaki görselde sağlıklı bir insanın gözünde bulunan bazı yapılar gösterilmiştir.




**Verilen yapılar ile ilgili,**

I. Göze gelen ışığın ilk kırıldığı yer olan saydam tabakada kan damarı bulunmaz.

II. Sarı benekte göze renk veren pigmentler bulunur.

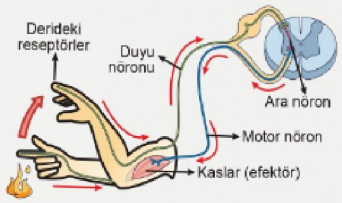
III. Retinada kan damarları bulunduğu halde reseptör yoktur.

**ifadelerinden hangileri yanlıştır?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

**MERAKLISINA**

İnsan vücudundaki reseptörlerin büyük bir kısmı özelleşmiş epitel hücreleridir. Bazı reseptörler ise nöron uzantılarıdır. Gözdeki fotoreseptörler, burundaki kemoreseptörler ve derideki Pacini cisimcikleri nöron uzantısı şeklindeki reseptörlerdendir.




**Ara nöron:** Merkezî sinir sisteminde bulunan ve duyu nöronlarının getirdiği bilgiyi işleyip anlamlandıran, oluşturduğu cevabı motor nöronlara ileten nöronlardır. Duyu nöronu ile motor nöron arasında bağlantıyı sağladığı için **bağlantı nöronu** da denir. Örneğin eli yanan insanda acı hissinin oluşması ve elin çekilmesi yönünde emir verilmesi ara nöron sayesinde gerçekleşir.

**Motor nöron:** Merkezî sinir sisteminin verdiği emri tepki organı olan efektöre ileten nörondur. Bu nöronlar impulsu salgı bezi, kas veya başka nöronlara ilettikleri için **götürücü nöron** adını da alırlar.

**NOT**

Motor nöronların hücre gövdesi merkezî sinir sisteminde, aksonları ise çevresel sinir sisteminde bulunur.

**Efektör:** Merkezî sinir sisteminde değerlendirilen impulslara tepki veren salgı bezi ve kas lifleri gibi organlardır.

YAYINLARI

# İÇİNDEKİLER


**BÖLÜM 01**

Denetleyici ve Düzenleyici Sistem, Duyu Organları 7

**BÖLÜM 02**

Destek ve Hareket Sistemi 47

**BÖLÜM 03**

Sindirim Sistemi 65

**BÖLÜM 04**

Dolaşım Sistemleri 81

**BÖLÜM 05**

Solunum Sistemi 103

**BÖLÜM 06**

Üriner Sistem 115

**BÖLÜM 07**

Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim 127

**BÖLÜM 08**

Komünite ve Popülasyon Ekolojisi 145

**BÖLÜM 09**

Genden Proteine 163

**BÖLÜM 10**

Canlılarda Enerji Dönüşümleri 189

**BÖLÜM 11**

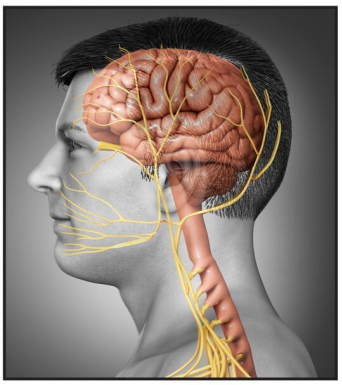
Bitki Biyolojisi 211

**BÖLÜM 12**

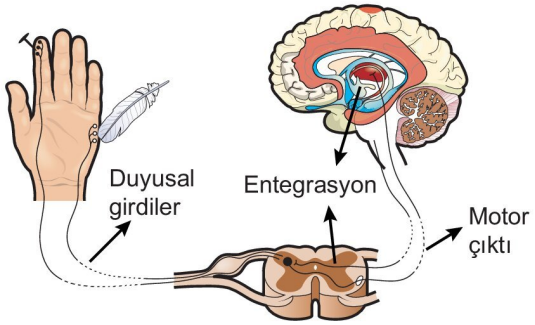
Canlılar ve Çevre 247

## DENETLEYİCİ VE DÜZENLEYİCİ SİSTEM, DUYU ORGANLARI

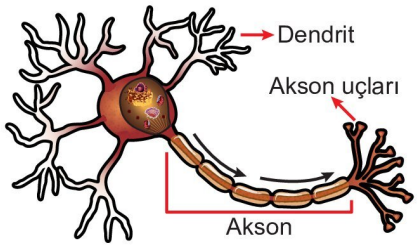
### SİNİR SİSTEMİNİN YAPISI, GÖREVİ VE İŞLEYİŞİ



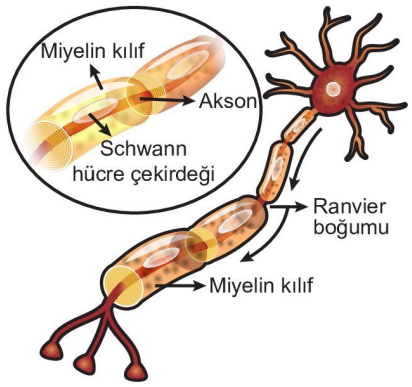
- Canlının dış çevresi ile ilişkisini sağlayan sistem, sinir sistemidir.
- Temel organları beyin ve omuriliktir.
- Sinir sisteminin temel üç işlevi vardır:
  - Vücudun içinde ve dışında meydana gelen değişimleri duyu reseptörleri kullanarak izler. Duyu reseptörlerinin topladığı bilgilere **duyusal girdi** denir.
  - Duyusal girdileri işler, yorumlar ve yapılacaklara karar verir (entegrasyon yani bütünleştirme görevi).
  - Kasları ve salgı bezlerini harekete geçirerek **motor çıktı** adı verilen tepkinin oluşmasını sağlar.




- Sinir sistemi, sinir dokudan oluşur. Sinir doku ise **nöron** adı verilen sinir hücrelerinden ve **glia** adı verilen yardımcı hücrelerden oluşur.
- Nöron, hücre gövdesi (soma) ve gövdeden çıkan uzantılardan oluşur.
- Nöron gövdesinde; organeller, çekirdek, Nissl tanecikleri ve sitoplazma bulunur. Nissl tanecikleri, protein sentezinde görevli granüllü endoplazmik retikulum kümeleri olup sentezledikleri proteinler nöronun büyümesi ve hasarlı aksonların onarımı için kullanılır.
- Nöronun sitoplazmasında hücreye şekil veren ve madde dolaşımında görev yapan nörofibriller bulunur.
- Nöronlar özelleşmiş hücreler olup sentrozom bulundurmadıkları için bölünemezler. Ancak beynin hipokampüs bölümündeki nöronların bölünebildiği bilinmektedir.
- Nöronun gövdesinden çıkan kısa uzantılara **dendrit**, uzun ve genellikle tek olan uzantılara ise **akson** denir.




- Dendritler, nöronun girdi ya da alıcı kısmı olup uyarıların alınmasını ve hücre gövdesine iletilmesini sağlar. Ayrıca nörotransmitter adı verilen kimyasalların bağlandığı reseptörler içerir.
- Hücre gövdesinden gelen uyartılar aksona iletilir ve akson boyunca ilerler.
- Akson, impulsları sonraki nörona veya tepki organlarına iletir.
- Akson uçlarında dallanmalar görülebilir. Her bir dal, uyartıları alıcı hücrelere ileten sinaptik uç ile sonlanır.
- Nöron aksonundaki sinaptik uçlardaki dallanmaların çok olması, nöronun etki alanının artmasını sağlar.
- Bazı aksonların üzerinde **miyelin kılıf** adı verilen ve lipoproteinlerden oluşan bir yapı bulunur. Miyelin kılıfı glia hücreleri oluşturur.
- Miyelin kılıf, merkezi sinir sisteminde oligodentrositler, çevresel sinir sisteminde ise Schwann hücreleri adı verilen glia hücreleri tarafından oluşturulur.
- Schwann hücreleri aksonu besler, korur ve onarır.
- Beyin, omurilik ve iskelet kaslarını uyaran nöronlarda miyelin kılıf bulunurken iç organları ve düz kasları uyaran nöronlarda miyelin kılıf yoktur.




- Miyelin kılıf, nöron aksonunda elektriksel yalıtımı sağlayarak impuls iletim hızının artmasına neden olur.
- Miyelin kılıfın akson boyunca kesintiye uğradığı noktalara **Ranvier boğumu** denir.
- Nöronda impuls iletim hızı sabittir.
- Nöron aksonunda miyelin kılıfın bulunması ve akson çapının artması impuls iletim hızını artırır.

**MERAKLISINA**

Uyartılar miyelin kılıfın olmadığı boğumlarda oluşur ve bir aralıktan diğerine miyelin kılıftan atlayarak iletilir.

3 YAYINLARI

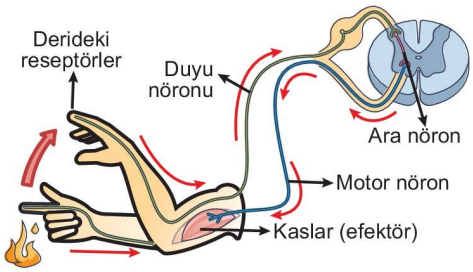
➜ Görevlerine göre nöronların duyu nöronu, ara nöron ve motor nöron olmak üzere üç çeşidi vardır:

**Duyu nöronları:** Duyu organlarında ve iç organlarda bulunan reseptörlerden aldığı uyarıları merkezî sinir sistemine (beyin ve omurilik) ileten nöronlardır. **Getirici nöronlar** da denir. Örneğin elini sıcak bir cisme yanlışlıkla değdiren bir insanda derideki reseptörler uyarılır, duyu nöronu uyarıyı elektriksel sinyallere çevirerek merkezî sinir sistemine iletir.

**Reseptör:** Hücre zarının özel bir bölgesinde bulunan özel bir protein molekülü ya da ürettiği sinyali nörona aktarmak üzere özelleşmiş hücredir.

**MERAKLISINA**

İnsan vücudundaki reseptörlerin büyük bir kısmı özelleşmiş epitel hücreleridir. Bazı reseptörler ise nöron uzantılarıdır. Gözdeki fotoreseptörler, burundaki kemoreseptörler ve derideki Pacini cisimcikleri nöron uzantısı şeklindeki reseptörlerdendir.



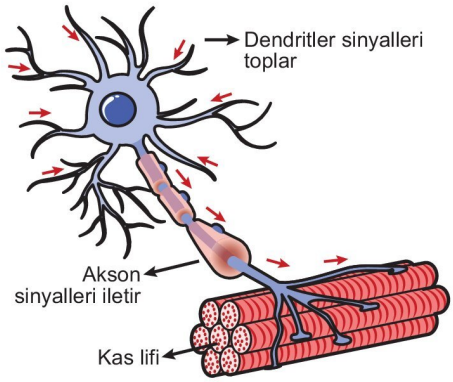

**Ara nöron:** Merkezî sinir sisteminde bulunan ve duyu nöronlarının getirdiği bilgiyi işleyip anlamlandıran, oluşturduğu cevabı motor nöronlara ileten nöronlardır. Duyu nöronu ile motor nöron arasında bağlantıyı sağladığı için **bağlantı nöronu** da denir. Örneğin eli yanan insanda acı hissinin oluşması ve elin çekilmesi yönünde emir verilmesi ara nöron sayesinde gerçekleşir.

**Motor nöron:** Merkezî sinir sisteminin verdiği emri tepki organı olan efektöre ileten nörondur. Bu nöronlar impulsu salgı bezi, kas veya başka nöronlara ilettikleri için **götürücü nöron** adını da alırlar.

**NOT**

Motor nöronların hücre gövdesi merkezî sinir sisteminde, aksonları ise çevresel sinir sisteminde bulunur.

**Efektör:** Merkezî sinir sisteminde değerlendirilen impulslara tepki veren salgı bezi ve kas lifleri gibi organlardır.

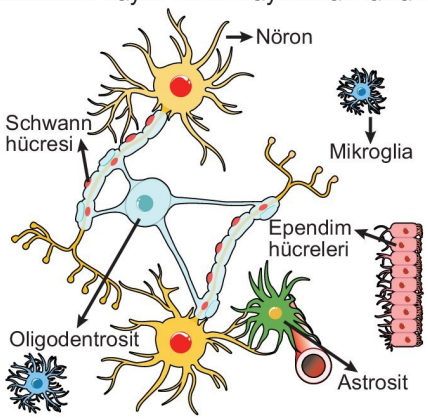



**Motor nöronlarda kas liflerine impuls iletimi**

Sinir sisteminde, nöronlara işlevsel ve yapısal desteklik veren yardımcı hücreler de bulunur. Bu hücrelere **glia hücreleri** denir.

➜ Glia hücreleri insanın yaşamı boyunca bölünebilir.

➜ Glia hücrelerinin sayısı nöron sayısından fazladır.




Gila çeşitleri ve işlevleri

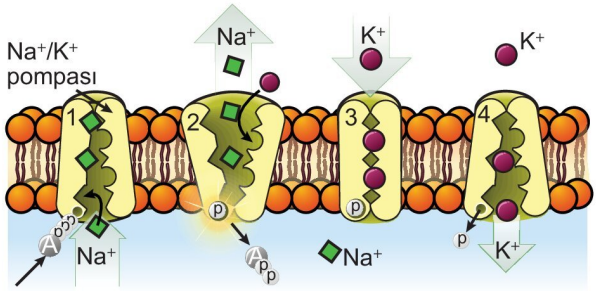
| Glia çeşidi | Bulunduğu sinir sistemi bölümü | İşlevleri |
|---|---|---|
| Schwann hücreleri | Çevresel sinir sistemi | Çevresel sinir sistemi nöronlarında miyelin kılıfı oluşturur. |
| Oligodentrositler | Merkezî sinir sistemi | Merkezî sinir sistemi nöronlarında miyelin kılıfı oluşturur. |
| Astrositler | Merkezî sinir sistemi | Gliaların en büyüğü ve en çok sayıda olanıdır. Beyin ve omuriliği saran ince zarla, kan kılcalları ve nöronlarla temas halindedir. Kan-beyin bariyeri oluşturup zararlı maddelerin girişini önler. Yapısal desteklik sağlar. Madde alışverişini düzenler. |
| Ependim hücreleri | Merkezî sinir sistemi | Silli ve mikrovilluslu tek katlı kübik hücrelerden oluşur. Merkezî sinir sistemindeki boşlukları örter. BOS üretimini ve akışını düzenler. |
| Mikroglialar | Merkezî sinir sistemi | Merkezî sinir sisteminde fagasitoz yaparak savunmayı sağlar ve hasarlı sinir dokusunu yok eder. |

➜ Sinir sistemi ve endokrin sistem birlikte çalışarak iç dengenin korunmasını ve sabit tutulmasını sağlar. Bu iki sistem organizmada denetleyici ve düzenleyici görev yapar.

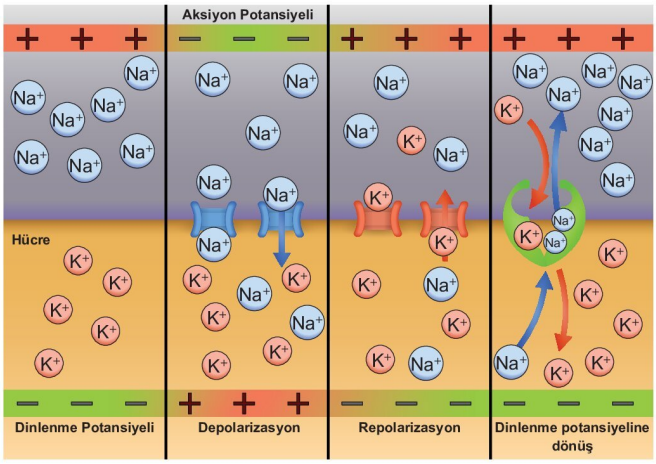
➜ Canlının iç ve dış ortamından gelen değişkenlere **uyaran** denir. Ses, ışık, sıcaklık gibi faktörler uyarıdır.

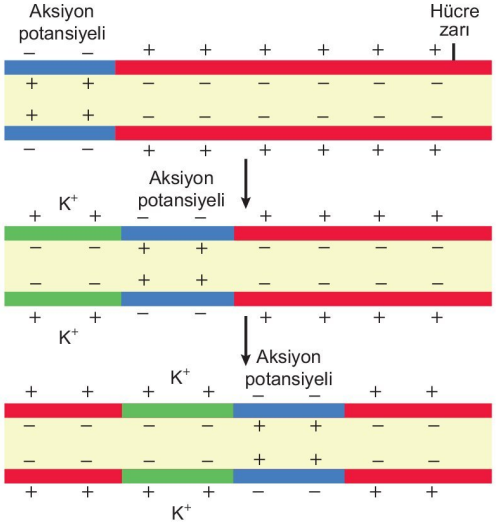
3D YAYINLARI

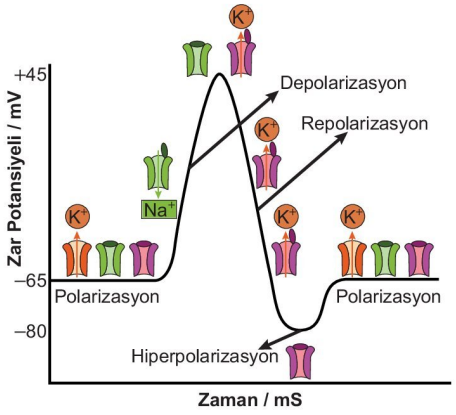
- Uyarılan sinir hücresinde meydana gelen elektriksel ve kimyasal değişimlere **impuls (uyarı)** adı verilir.
- Nöronlarda impuls iletimi hem fiziksel (elektriksel) hem de kimyasaldır.
  - İmpuls iletimi sırasında nöron zarında sodyum-potasyum pompası etkisi ile elektirksel yük değişimleri gerçekleşir. Bu olay fizikseldir.
  - İmpuls iletimi sırasında gerçekleşen aktif taşıma ve oksijenli solunum gibi olaylar ise kimyasaldır.
- Nöronun hücre içi ve dışındaki anyon ve katyonların konsantrasyon farkı nedeni ile zarının sahip olduğu elektriksel yük farkına **zar potansiyeli** denir.
- Dinlenme halindeki bir nöronun hücre dışı (+) kutuplu, hücre içi (−) kutuplu yük farkına (voltaj) sahiptir. Nöronun bu durumuna **polarizasyon** adı verilir. Polarize haldeki nöronunun dışında $Na^+$ derişimi fazla, $K^+$ derişimi az; içinde ise $K^+$ derişimi fazla, $Na^+$ derişimi azdır. Hücre içinin (−) kutuplu olmasında $Cl^-$ iyonunun pek etkisi yoktur. Çünkü hücre dışındaki $Cl^-$ iyonu miktarı hücre içindekine oranla çok daha fazladır. Hücre içinin (−) kutuplu olmasında anyonlar etkili olup bu anyonlar proteinler, amino asitler, sülfat, fosfat ve diğer negatif iyonlardır.
- Polarize haldeki nöronun zarındaki Na ve K kanalları kapalıdır. Nöronun polarize olmasını zarda bulunan ve aktif taşıma yapan Na-K pompası sağlar.
  - Na-K pompasına sitoplazmadaki $Na^+$ iyonları bağlanır.
  - Na-K pompası ATP ile aktifleşir ve nöron zarındaki proteinin biçimini değiştirip $Na^+$ iyonlarını hücre dışına bırakır.
  - Hücre dışındaki $K^+$ iyonlarını bağlar, proteinden fosfat grubu kopar ve protein eski şeklini alır.
  - $K^+$ iyonları hücre içine alınmış olur.




- Akson zarında bulunan, voltaj değişimlerine duyarlı, $Na^+$ ve $K^+$ iyonlarının kolaylaştırılmış difüzyon ile geçişini sağlayan protein yapılı kanallara **voltaj kapılı iyon kanalları** denir.
- Uyarılan bir nöronun zarındaki $Na^+$ kapıları açılır ve $Na^+$ kolaylaştırılmış difüzyon ile hücre içine girerek hücre içinin (+) kutuplu hale gelmesini sağlar. Buna **depolarizasyon** denir.
- Depolarizasyondan sonra nöron zarındaki $Na^+$ kapıları kapanır ve $K^+$ kapıları açılır. Hücre içindeki $K^+$'lar kolaylaştırılmış difüzyon ile hücre dışına çıkar ve hücre dışı (+), hücre içi (−) kutuplu duruma gelir. Buna **repolarizasyon** denir.
- Zardaki $K^+$ kanalları yavaş kapandığından repolarizasyonun sonunda daha fazla $K^+$ hücre dışına çıkar ve polarize hale göre nöron daha düşük elektrilsel yük farkına sahip olur. Buna **hiperpolarizasyon** denir.
- Uyarı iletiminden sonra nöronun yeni bir uyarı alabilmesi için yeniden polarize olması gerekir. Bunun için nöron zarındaki Na-K pompası aktif taşıma ile hücre dışına çıkan $K^+$ iyonlarını içeri, hücre içindeki $Na^+$ iyonlarını ise dışarı pompalar.
- Uyarıyı alan nöronda meydana gelen tepki **aksiyon potansiyeli** adını alır.

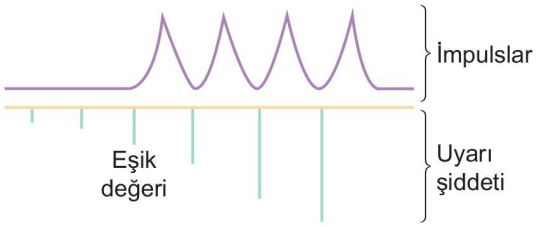



3D YAYINLARI

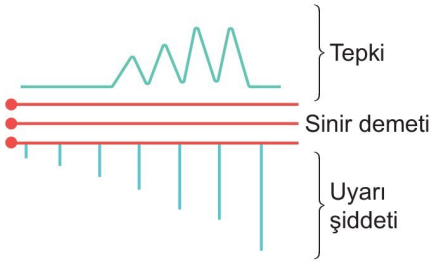
- Nöronlarda impuls iletim yönü genellikle dendritten akson ucuna doğrudur.
- Nöronda impuls oluşturan en küçük uyarı şiddetine **eşik değer** veya **eşik şiddet** denir. Uyarı şiddeti eşik değerin altında ise nöron uyarıya cevap vermez ve impuls oluşmaz. Eşik değer ve üzerindeki uyarılara ise nöron aynı şiddette cevap verir ve impuls oluşur. Buna **ya hep ya hiç kuralı** denir.




**MERAKLISINA**

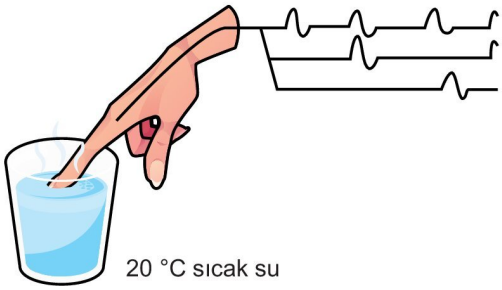
Kahve, çay gibi içeceklerde bulunan kimyasallar eşik değeri düşürerek; ağrı kesici ilaçlarda bulunan kimyasallar ise eşik değeri artırarak etki gösterir.

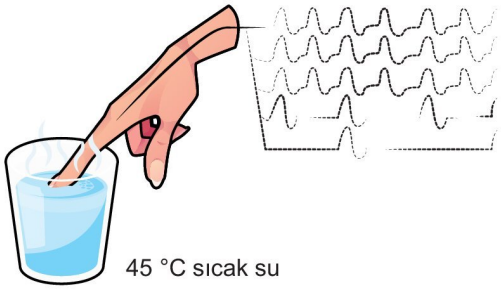
- Ya hep ya hiç kuralına göre uyarı, eşik değerde ya da üzerinde ise nöronda oluşan impuls aynı hızda ve şiddette ilerler. Çünkü impuls iletimi için gerekli enerjiyi uyarı değil nöron sağlar.
- Tek sinir telinin ve tek kas telinin eşik değerin üzerindeki uyarılara verdiği tepki, eşik değerdeki uyarıya verdiği tepki ile aynıdır. Çok sayıda sinir telinden oluşan sinir demetinde ve çok sayıda kas telinden oluşan kas demetinde ise durum farklıdır. Çünkü sinir demetindeki sinir tellerinin uyarılmasını sağlayan eşik değer farklılık gösterebilir. Düşük şiddetteki uyarılar, eşik değeri düşük nöronlarda impuls oluştururken diğer nöronlarda impuls oluşturmaz. Uyarı şiddeti artışına bağlı olarak tüm sinir telleri uyarılıncaya kadar sinir demetinin tepkisi de artar. Tüm sinir telleri uyarıldıktan sonra uyarı şiddeti artsa bile verilen cevap değişmez.




- Uyarı şiddetinin belli bir değere kadarki artışı,
  - uyarılan nöron sayısının artmasına,
  - oluşan impuls sayısının artmasına,
  - uyarıya verilen yanıtın güçlenmesine

  neden olur. Örneğin elini ılık suda bekleten bir bireyde beyne iletilen impuls sayısı, elini sıcak suda bekleten bir bireyde beyne iletilen impuls sayısından azdır. Bu nedenle iki durumda verilen tepki farklı olup sıcak suda bekletilen bireyde daha fazladır.



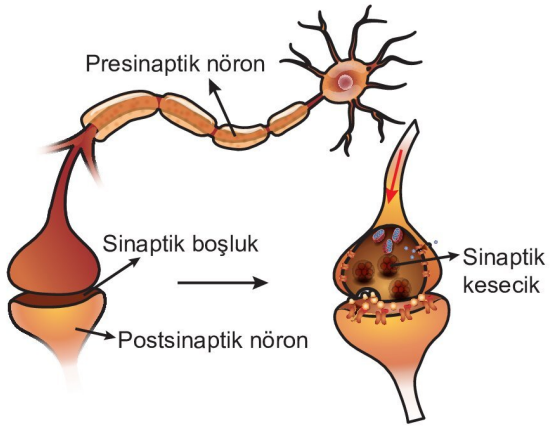




- Nöron aksonunun sinaptik ucunun başka bir nöronun gövdesi, salgı bezi veya kas ile bağlantı yaptığı bölgeye **sinaps** denir.
- Sinaps bölgelerinde bilgiyi gönderen nörona **presinaptik nöron**, bilgiyi alan nörona ise **postsinaptik nöron** denir.
- Nöronların bağlantı noktalarında sinaptik boşluklar bulunur.
- Sinapslarda impuls iletimi kimyasal olup nörotrasmitter adı verilen hormonlar sayesinde gerçekleştirilir. En önemli nörotransmitterler asetilkolin, serotonin, dopamin, histamin ve noradrenalindir.

**NOT**

Nörotransmitterlerin görevi hücreye özgü olup her kimyasal haberci her hücreyi uyaramaz.

- Presinaptik nöronun salgıladığı nörotransmitterler postsinaptik nöronun zarındaki reseptörle birleşir ve bilgi iletimi sağlanır.
- Sinapslarda impuls iletimi aksonlardaki iletime göre daha yavaştır.
- Sinapslarda impuls iletim yönü bir nöronun aksonundan sonraki nöronun dendritine doğrudur.




- Sinapslarda impuls iletiminde sırasıyla şu olaylar gerçekleşir:
  - Uyarı akson ucuna geldiğinde sinaptik uçta bulunan sinaptik keseciklerden sinaptik boşluğa ekzositoz ile nörotransmitter salgılanır.

3D YAYINLARI

- Nörotransmitter sinaptik boşlukta difüzyonla yayılır.
- Sonraki nöronun dendritinde bulunan reseptörleri uyaran nörotransmitter aynı şiddette ve etkide yeni bir impuls oluşumunu sağlar.
- Görevi biten nörotransmitter hidroliz edilir ya da geri emilir.

**MERAKLISINA**

Akson ucuna gelen uyarı, akson zarının $Ca^{+2}$ geçirgenliğini artırarak sinaptik keseciklerin uyarılması ve nörotransmitter salgılamasını sağlar.

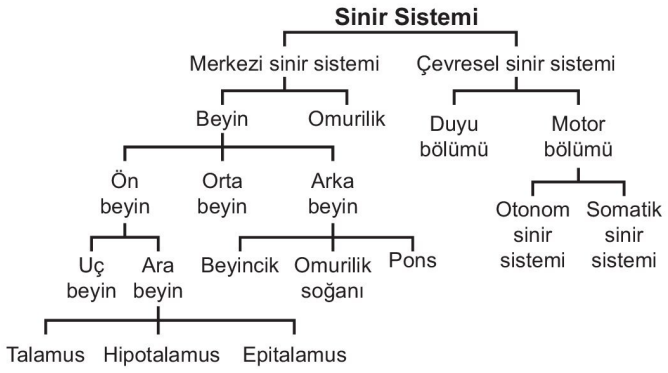
➜ Sinapsa gelen her impuls sinapstan geçemez. Salgılanan nörotransmitter impulsun iletileceği nöronu uyarabilir ya da inhibe edebilir. Bu sayede impulsların ilgisi olmayan organlara iletilmesi engellenir.

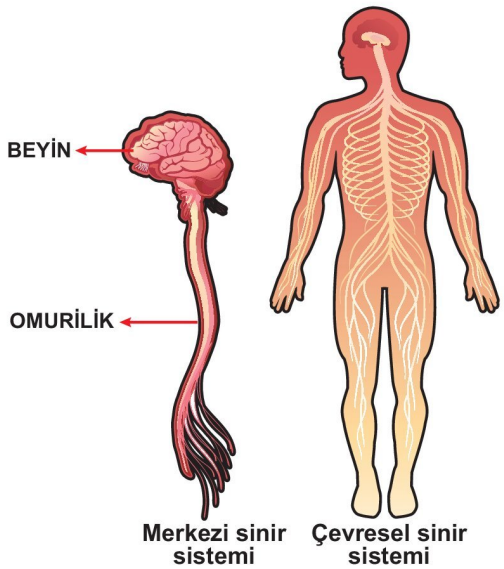
**MERAKLISINA**

Sinaptik boşluğa salgılanan nörotransmitter eğer nöron zarının $Na^{+}$ geçirgenliğini artırarak nöronu depolarize ederse impuls iletilmiş olur. Ancak nöron zarının $Cl^{-}$ geçirgenliğini artırarak nöronun daha da polarize olmasını sağlarsa impuls inhibe edilmiş olur. İmpulsların sinapslarda bu şekilde durdurulması ya da iletilmesine **seçici direnç** denir.

## SİNİR SİSTEMİ BÖLÜMLERİ

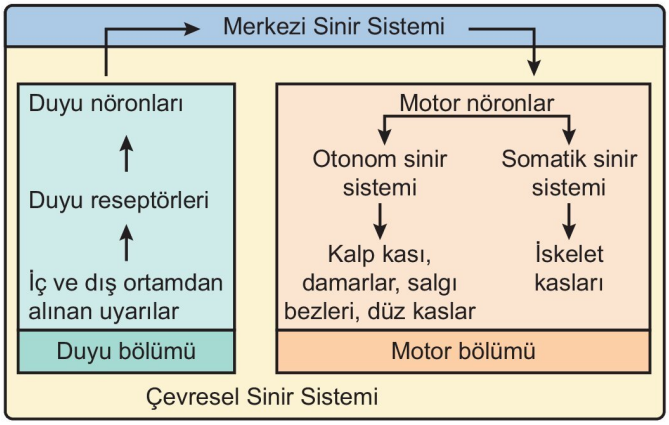
Sağlıklı bir insanda sinir sistemi, merkezî ve çevresel sinir sistemi olmak üzere iki bölümden oluşur.




➜ Merkezî sinir sistemi beyin ve omurilikten çıkan sinirler ve bu sinirlerin gövde kısımlarının oluşturduğu gangliyonlardan oluşur. Duyu nöronları ve motor nöronlar ise çevresel sinir sisteminin yapısını oluşturur.

➜ Duyu nöronların çoğunun dendriti yoktur ve hücre gövdesi merkezi sinir sisteminin dışında bulunur.




- Çevresel sinir sistemi iç ve dış çevreden gelen uyarıları reseptörler ile alır.
- Duyu nöronları periferden yani iç organlar ve duyu organlarından aldığı sinyalleri merkezî sinir sistemine iletir.
- Merkezi sinir sisteminde bulunan ara nöronlar impulsları değerlendirerek yanıt oluşturur.
- Merkezi sinir sisteminin oluşturduğu yanıtı motor nöronlar efektör adı verilen tepki organlarına iletir.
- Motor nöronların aksonları çevresel sinir sisteminin kontrolündeki organlara uzanır.

### Merkezi Sinir Sistemi:

➜ Beyin ve omurilikten oluşur.

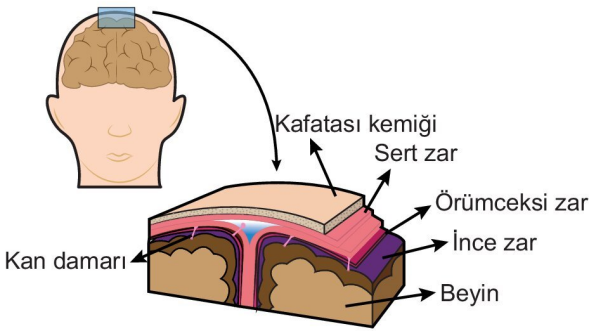
➜ Merkezi sinir sistemi embriyonik bir yapı olan nöral tüpten (içi boş sinir kordonu) oluşur.

➜ Embriyonik dönemdeki sinir kordonu boşluğu beyin ve omurilik gelişimi sırasında omurilik kanalını ve beyin yarıklarını (ventrikül) oluşturur.

➜ Omurilik kanalı ve ventriküller BOS ile doludur.

➜ Ventriküller ependim hücreleri ile çevrilidir.

➜ Beyin ve omurilik **meninges** adı verilen üç katlı zarla çevrilidir. Bu zarlar dıştan içe doğru sert zar, örümceksi zar ve ince zar olarak sıralanır.




3D YAYINLARI

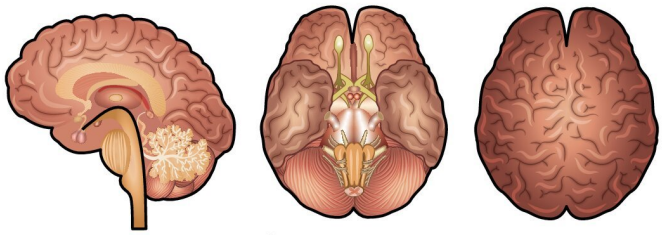
- Sert zar kafatası kemiğine yapışıktır ve beyni dış etkilerden korur. Bu zar omurilikte omur kemiklerine yapışık durumda değildir.
- Örümceksi zar, ince zar ile sert zarı bağ doku lifleri ile birbirine bağlar. Örümceksi zar ile ince zarın arasını beyin omurilik sıvısı (BOS) doldurur. Bu sıvı beyni basınca ve travmalara karşı korur, iyon dengesini kontrol eder, nöronlar ile kan arasında madde alışverişini düzenler.
- İnce zar beyne yapışık olup beynin girinti ve çıkıntılarına kadar girer. Bol miktarda kılcal kan damarı bulunduran bu zar beynin glikoz ve oksijen ihtiyacını karşılar.

**NOT**

Meninges zarlarının iltihaplanması sonucu **menenjit** hastalığı meydana gelir. Menenjit nedeni ile oluşan iltihabın beyne yayılıp beyni iltihaplandırmasına **ensefalit** adı verilir.

## Beyin

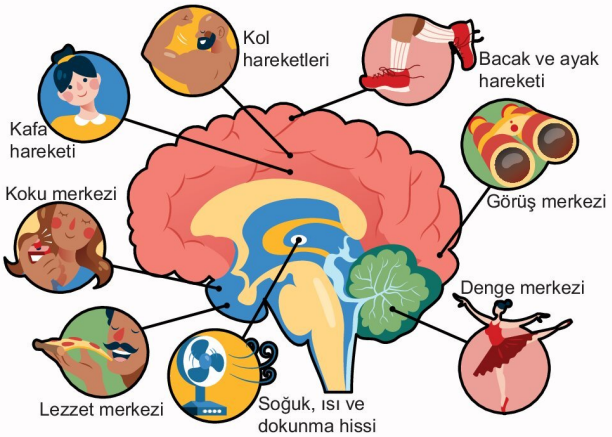
- Embriyonik dönemin dördüncü haftasında ön, orta ve arka beyin olarak şekillenmeye başlar. Beşinci haftada ön beyinde uç beyin ve ara beyin gelişir. Uç beynin hızla büyüyüp gelişmesi ve içe doğru kıvrılması sonucu da beyin yarım küreleri oluşur.



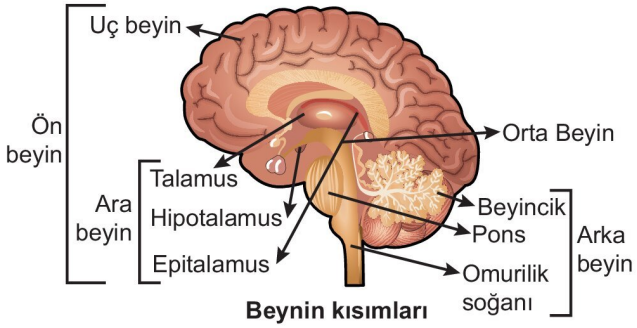
**Beynin farklı açılardan görünümü**

- Beyin veri değerlendirme merkezidir.
- Beyin gelen bilgileri değerlendirerek emre dönüştürür ve emri ilgili birimlere gönderir.
- İnsan beyni ön beyin, orta beyin ve arka beyin kısımlarından oluşur.

**MERAKLISINA**




**Beynin bazı görevleri**



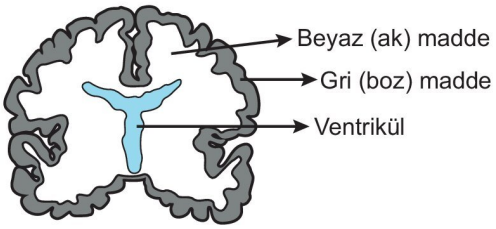

**Beynin kısımları**

### 1. Ön Beyin:

- Beynin en büyük bölümüdür.
- Uç beyin ve ara beyin kısımlarından oluşur.

**Uç beyin (beyin yarım küreleri):**

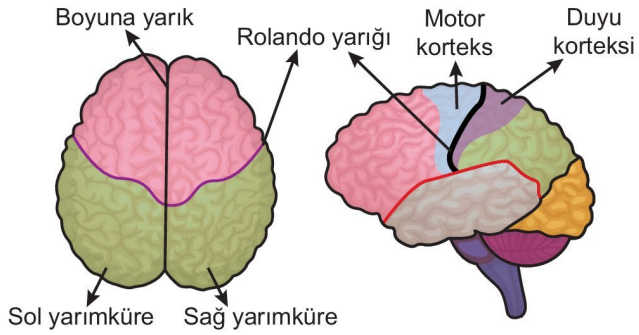
- Sağ ve sol yarım küreden oluşur. Genellikle sol yarım küre vücudun sağ tarafından gelen uyarıları alıp kontrol ederken sağ yarım küre vücudun sol tarafından gelen uyarıları alıp kontrol eder.
- Beynin ön ve yan lobunu ayıran enine kanala **Rolando yarığı** denir.
- Rolando yarığının ön kısmında motor işlevlerin görüldüğü primer motor korteks, arka kısmında ise basınç ve dokunma duyu işlevlerinde görev yapan primer duyu korteksi bulunur.
- Duyusal bilgiler duyu organlarından işlenmek üzere primer duyu korteksine gelir. Değerlendirilen bilgi primer motor korteksten beyni terkeder.
- Beyin yarım küreleri **nasırlı cisim** adı verilen akson bağlantılarıyla birbirine bağlıdır.
- Uç beynin enine kesitinde dışta nöron gövdelerinden ve dendritlerden oluşan boz (gri) madde; içte ise miyelinli nöronların aksonlarından oluşan ak (beyaz) madde bulunur.




- Uç beyne **beyin kabuğu** ya da **korteks** de denir.
- Korteksin üst kısmı kıvrımlıdır.
- Kortekste;
  - istemli kas hareketlerini,
  - duyu organlarından gelen duyuların algılanmasını,
  - hafıza, zekâ, öğrenme ve düşünme gibi fonksiyonları,
  - konuşmayı,
  - konuşulanları anlamayı

  yöneten merkezler bulunur.

3D YAYINLARI




**MERAKLISINA**

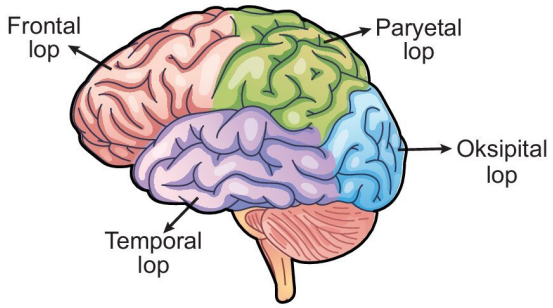
Sol beyin yarım küresinin gerçekleştirdiği bazı fonksiyonlar; sağ elin kontrolü, analitik düşünme, mantık, karar verme, dil becerisi, bilim ve matematiksel beceriler, sayısal beceriler ve yazım becerileridir.

Sağ beyin yarım küresinin gerçekleştirdiği bazı fonksiyonlar ise sol elin kontrolü, hayal gücü, yaratıcılık, sanatsal beceriler, sezgiler, üç boyutlu algılama, kavrama ve müziksel becerilerdir.

**MERAKLISINA**

Kortekste iki yarım kürenin haberleşmesini sağlayan sinir ağına **corpus callosum** da denir. Bu bölgede yüz tanıma sistemi de bulunur.

➜ Beyin yarım küreleri dört loptan oluşur.




**Ön (frontal) lop:**

- İskelet kaslarını kontrol eder.
- Konsantrasyonu sağlar.
- Planlama ve karar vermede görev yapar.
- Sözel iletişimi sağlar.

**Yan (paryetal) lop:**

- Deri ve kas duyumlarını değerlendirir.
- Düşünce ve duyguların oluşumunu sağlar.
- Konuşulanları anlamayı sağlar.
- Sözcükleri formüle eder.
- Doku ve şekilleri yorumlar.

**Şakak (temporal) lop:**

- İşitsel duyumları yorumlar.
- İşitsel ve görsel hafıza merkezi olarak görev yapar.

**Arka (oksipital) lop:**

- Gözün odaklanması sırasında hareketlerin kontrolünü sağlar.
- Görsel bilgileri işler.
- Görsel deneyimleri diğer uyaranlarla ilişkilendirir.

**Shorts 1**

**Ranvier boğumu sayısı, impuls hızını etkiler mi?**

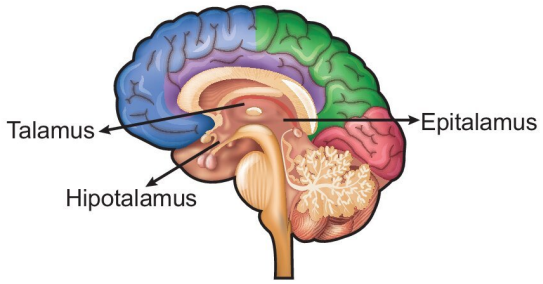
**NOT**

Korteksin altında bulunan ve bazal çekirdekler adı verilen nöron grupları hareketlerin başlatılması ve durdurulması, istenmeyen hareketlerin baskılanması ve kas tonusunun düzenlenmesi olaylarına yardım eder.

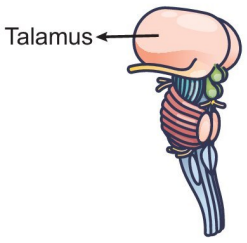
**Ara Beyin:**

➜ Uç beyin ile orta beyin arasında bulunur.

➜ Talamus, epitalamus ve hipotalamus bölümlerini kapsar.




**Talamus:**




- Koku duyusu hariç duyu organlarından gelen impulsların toplandığı ve kortekste ilgili merkeze iletildiği kısımdır.
- Beyincik ve bazal çekirdeklerden primer motor korteksine bilgi ileterek motor fonksiyonlara katkı sağlar.
- Bilincin korunmasında rol alır.

**Epitalamus:**

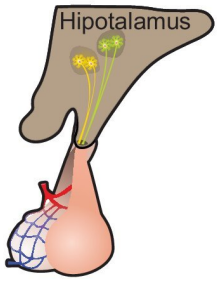
- Bulundurduğu bazı kılcallar BOS oluşumuna yardım eder.
- Epifiz bezinin bulunduğu kısımdır.
- Epifiz bezi melatonin hormonunu salgılar. Bu hormon hipotalamusla birlikte sirkadiyen ritimleri düzenler, uyku-uyanıklık döngüleri ve ergenlik başlangıcının düzenlenmesinde rol oynar.

**NOT**

Bir günlük süreçte canlıda meydana gelen fizyolojik, biyokimyasal ve davranışsal ritimlerin tekrarına **sirkadiyen ritim** denir. Sirkadiyen ritimlere **biyolojik saat** de denir.

3D YAYINLARI

**Hipotalamus:**



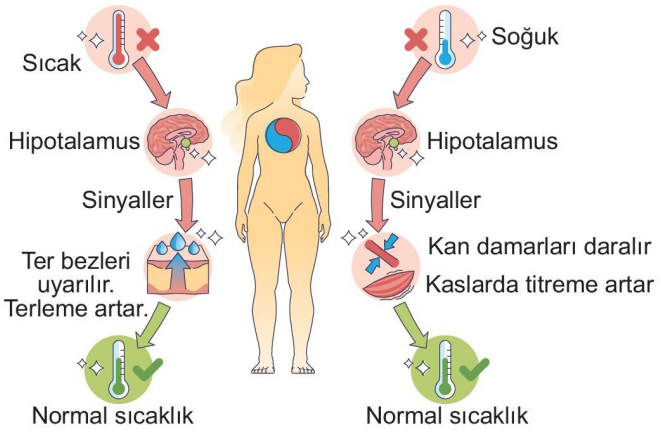

- Sirkadiyen ritimleri düzenler ve homeostasinin devamlılığını sağlar.
- Hipofiz bezinin ve iç organların çalışmasını denetler.
- Kan basıncını, karbonhidrat ve yağ metabolizmasını düzenler.
- Uyku ve uyanıklığın ayarlanmasını, iştahı, su ve iyon dengesinin düzenlenmesini sağlar.
- Stres ve heyecanın kontrolünü sağlar.
- Savaş ya da kaç tepkisini oluşturur.
- Vücut sıcaklığının ayarlanmasında görev yapar.

➜ Vücut sıcaklığı normalin altına düşerse;

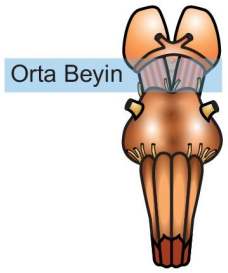
- hipotalamustaki ısı merkezi uyarılır,
- hipotalamus otonom sinir sistemine sinyaller gönderir, deri yüzeyine yakın kan damarları daralır ve ısı kaybı azalır,
- hipotalamus somatik sinir sistemine de sinyaller göndererek iskelet kaslarında titremeye neden olur, kaslarda titreme artar,
- vücut sıcaklığı artırılarak normal değerine ulaşır.

➜ Vücut sıcaklığı normalin üzerine çıkarsa;

- hipotalamustaki ısı merkezi uyarılır,
- hipotalamus otonom sinir sistemine sinyaller göndererek deri yüzeyindeki kan damarlarını genişletir,
- deri yüzeyinden ısı kaybı artar, terleme artar ve ısı kaybı olur,
- vücut sıcaklığı normal değerine ulaşır.




**2. Orta Beyin:**




➜ Ön beyin ile arka beyin arasında bulunan ve sinirsel köprü görevi yapan bölümdür.

➜ Ara beyin ile beyincik arasında bulunur.

➜ Hareketli bir cismi gözle takip ederken göz ve baş hareketlerini kontrol eder. Görme ile ilgili refleksleri düzenlemek, yandan yaklaşan bir cismin görüntüsü daha beyindeki görme merkezinde oluşmadan fark etmek, başı o yana çevirmek, aniden oluşan yüksek bir sese irkilme refleksi şeklinde tepki vermek gibi olaylar orta beyin kontrolünde gerçekleşir.

➜ Orta beyin, beyincik ve beyin ile bağlantıları koruyarak kas tonusunun ve vücut duruşunun ayarlanmasında görev yapar.

**NOT**

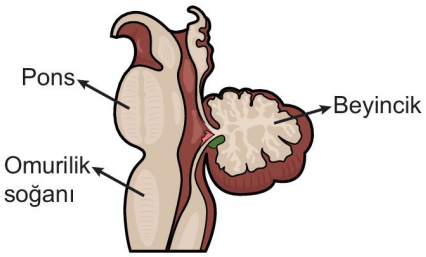
Dinlenme hâlinde iken çizgili kasların hafif kasılı olması durumuna **tonus** denir.

**NOT**

Orta beyninde dopamin salgılayan nöronlar bulunur. Bu nöronların dejenerasyonu Parkinson hastalığına neden olur.

**3. Arka Beyin:**

➜ Beyincik, pons ve omurilik soğanından oluşur.




**Beyincik:**

➜ Ponsun dışarıya doğru gelişen arka çıkıntısıdır.

➜ İki yarım küreden oluşur.

➜ Dışta boz, içte ak madde bulunur.

➜ Omurilik soğanının üst kısmında yer alır.

- İstemli kas hareketlerini ve dengeyi kontrol eder.
- Kol ve bacak kaslarının birbiriyle uyumlu hareket etmesini sağlar.
- El-göz koordinasyonunu sağlar.
- Kaslardan, eklemlerden, iç organlardan, deriden, işitme ve görme duyularından veriler toplar ve hatalı olanları düzeltir.

3D YAYINLARI

- Görüntüsünden dolayı **hayat ağacı** adını alır.
- Zedelenmesi durumunda vücut dengesi ayarlanamaz, göz hareketleri bozulur.

**Pons:**

- Bazı aksonları beyinciğin sağ ve sol kısımlarını birbirine bağlar.
- Çevresel sinir sistemiyle orta beyin ve ön beyin arasında bilgi taşır.
  - Omurilik soğanındaki solunum merkezini denetler.
  - Omurilik soğanı ile birlikte kusma, yutma, dolaşım ve solunum olaylarını denetler.

**Omurilik soğanı:**

- Pons ile omuriliğin arasında, beyinciğin altında bulunur.
- Beyin ve beyincikten farklı olarak dışta ak madde, içte boz madde bulunur.
- Yaşamsal olayları kontrol ettiği için **hayat düğümü** de denir.
- Solunum, dolaşım, boşaltım, sindirim gibi sistemlerin ve hapşırma, çiğneme, kusma, yutma, öksürme, kan damarlarının büzülmesi, solunum ritminin ve derinliğinin düzenlenmesi, kalbin kasılma kuvveti ve hızının ayarlanması gibi reflekslerin kontrol edilmesinde görev yapar.
- Zarar görmesi ölüme neden olabilir.

**NOT**

Beyinden çıkıp vücuda giden motor nöronlar omurilik soğanında çapraz yapar.

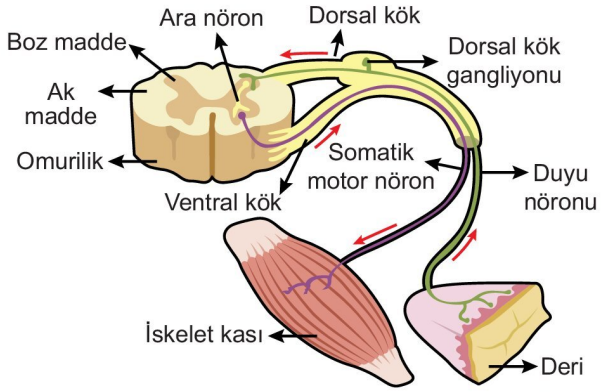
- Orta beyin, pons ve omurilik soğanı birlikte **beyin sapı** adını alır. Omurilik ile beyin arasında hareket eden tüm bilgiler beyin sapından geçmek zorundadır.
- Ön beyin, beyincik ve beyin sapının fonksiyonlarının geri dönülmeyecek şekilde kaybolması ve mutlak ölümle sonuçlanması sürecine **beyin ölümü** denir. Beyin ölümü gerçekleşmiş olan bir bireyde sadece kalp atışları devam eder. Diğer yaşamsal fonksiyonlar ancak tıbbî destek cihazlarıyla sağlanır. Bu bireylerin yaşam destekleri kesilirse ölüm gerçekleşir.

**NOT**

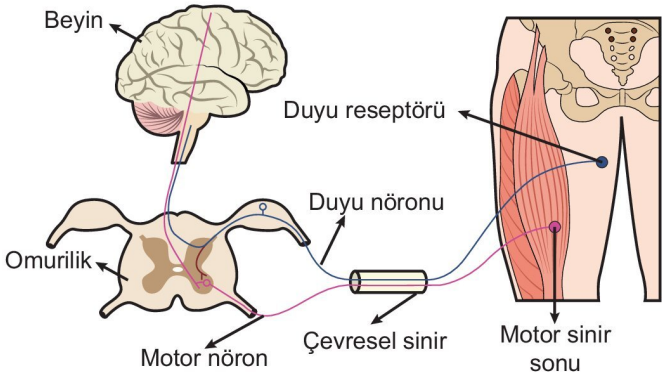
Bitkisel hayatta veya komada bulunan bireylerin omurilik soğanı ve beyin sapı faaliyeti devam ettiği için bu bireylerde dışarıdan destek alınmadan solunum ve diğer organlar yaşamı devam ettirecek şekilde kendi kendine çalışabilir.

### Omurilik

- Omur kemiklerinin oluşturduğu omurganın içinde bulunur ve omurlar tarafından korunur.
- Meninges zarları ve BOS omurilikte de bulunur.
- Dış ortamdan gelen impulsları beyne, beyinden gelen impulsları ise ilgili organlara iletir.
- Birçok refleksin merkezidir.




- Enine kesitinde dışta ak, içte boz madde bulunur. Boz maddede ara nöronlar, motor nöronların hücre gövdeleri, duyu nöronlarının akson uçları ve kan damarları vardır. Ak maddede ise beyin ile omurilik arasında bilgi taşıyan duyu ve motor nöronların aksonları bulunur.
- Boz madde ak maddede kelebek kanatları şeklinde yerleşmiştir.
- Boz maddenin **boynuz** ya da **kök** adı verilen dört çıkıntısı bulunur.
- Duyu nöronları dorsal (arka) kökten omuriliğe giriş yaparken motor nöronlar ventral (ön) kökten çıkış yapar.
- Uyarılara karşı, aniden oluşturulan istemsiz tepkilere **refleks** denir.
- Refleksler genellikle istemli olarak kontrol edilemez. Nefes alma, ter salgılama gibi.
- Bazı refleksler doğuştan gelir. Bebeklerde emme refleksi, diz kapağı refleksi gibi.
- Bazı refleksler öğrenme ile sonradan kazanılır. Tikler, limon görünce ağzın sulanması gibi.
- Omurilikte refleks oluşumu sırasında impulsların izlediği yola **refleks yayı** denir.
  - Refleks yayında impulslar önce omurilikte değerlendirilir, sonra beyne iletilir.



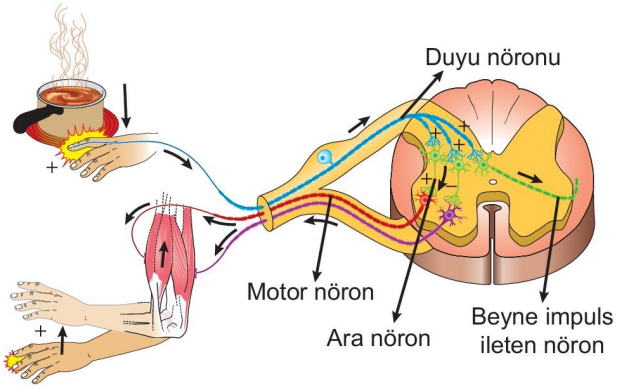

- Bir refleks yayında genellikle duyu nöronu, ara nöron ve motor nöron olmak üzere üç çeşit nöron görev yapar.

**Bir refleks yayında impulslar sırasıyla şu yolu izler:**

Reseptör → Duyu nöronu → Dorsal kök → Ara nöron → Ventral kök → Motor nöron → Efektör

3D YAYINLARI

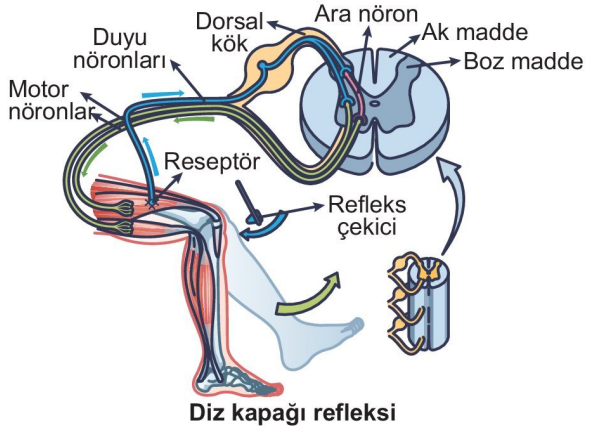
- Elini sıcak bir cisme değdiren bireyde derideki duyu reseptörleri ile alınan uyarı, duyu nöronu ile impuls şeklinde omuriliğe iletilir. Ara nöron gelen impulsları değerlendirir ve motor nörona aktarır. Motor nöron, kol kasını harekete geçirir ve el hızla çekilir. Elin yanması ile oluşan acının hissedilmesi beyin kabuğunun kontrolünde gerçekleşir.




**NOT**

En basit refleks yayı olan diz kapağı refleksinde gerçekleşen olaylar şunlardır:

- Ön bacak kasına bağlı tendona vurularak refleks başlatılır.
- Duyu reseptörleri uyarılır.
- Duyu nöronu bilgiyi omuriliğe iletir.
- İmpulslar omurilikteki duyu nöronundan motor nörona iletilir.
- Motor nöron sinyalleri ön bacak kasına iletir ve kasılmasını sağlar.
- Kas kasılması ile alt bacak ileri fırlar.
- Omurilikte duyu nöronu başka ara nöron ile sinaps yapar.
- Ara nöron, bazı motor nöronları baskılar.
- Bükücü kasların kasılması engellenir.
- Bükücü kasların kasılmasının engellenmesi ile ön bacak kasının kasılmasını önleyen direnç ortadan kalkar.



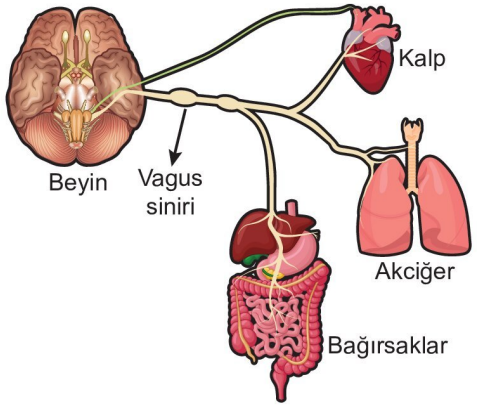

**Diz kapağı refleksi**

**NOT**

Omurilik soğanı, orta beyin ve omurilik reflekslerin oluşmasında görev yapan merkezi sinir sistemi bölümleridir.

## Çevresel Sinir Sistemi

- Merkezî sinir sisteminden uzanan akson demetlerinden ve gangliyonlardan oluşur.
- Beyinden çıkan on iki çift kafa siniri ile omurilikten çıkan otuz bir çift omurilik sinirinden ve bunlarla bağlantılı gangliyonlardan oluşur.
- Duyu nöronları ve motor nöronları içerir.
- Beyinden çıkan sinirler baş bölgesindeki duyu organlarına, salgı bezlerine, kaslara ve gövdenin üst kısmındaki organlara gider.
- En önemli beyin siniri 10. sinir olan vagustur. Vagus siniri; karın ve göğüs boşluğundaki kalp, akciğer, pankreas, bağırsak, mide gibi organların çalışmasını düzenler. Ayrıca dilin arkasındaki tat tomurcuklarından tat alma, kulak kepçesinden dokunma, ağrı duyusu alma işlevi de vardır.

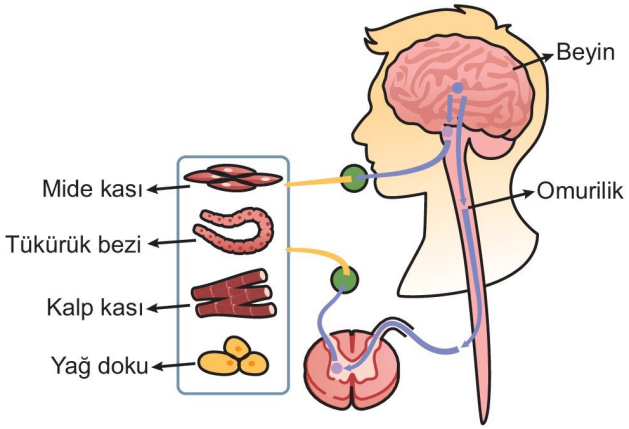



**Vagus sinirinin bazı organlar ile bağlantısı**

- Omuriliğin arka kökünden duyu nöronları giriş yaparken ön kökünden motor nöronlar çıkar. Bu sinirler omurlar arasında birleşerek karma sinirleri oluşturur.
- Çevresel sinir sisteminin motor nöronları otonom ve somatik sinir sistemi olarak iki bölümde incelenir.

## Otonom Sinir Sistemi

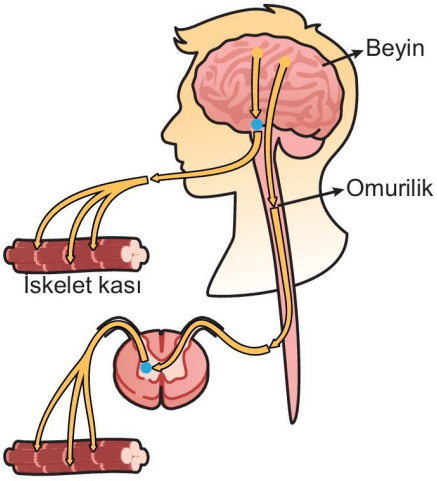
- Beyin ve omurilikten çıkıp düz kaslara, kalp kasına ve salgı bezlerine giden motor nöronlardan oluşur.
- Homeostasiyi sağlar.
- Dolaşım, boşaltım ve endokrin sistem organlarını kontrol eder.




3D YAYINLARI

### Somatik Sinir Sistemi

- İskelet kaslarına giden miyelinli motor nöronlardan oluşur.
- Nöron gövdeleri beyinde ve omurilikte bulunur. Aksonlar ise beyin ve omurilikten ayrılarak iskelet kaslarına ulaşır.
- İstemli kas faaliyetlerinin gerçekleşmesinde görev yapar. Koşma, yürüme, yazı yazma, resim yapma gibi faaliyetlerin gerçekleşmesini sağlar.

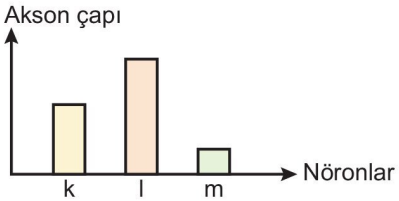



**NOT**

Somatik sinir sistemine ait nöronların akson çapları, otonom sinir sistemine ait nöronların akson çaplarından daha büyüktür.

**ETKİNLİK 1**

Merkezî sinir sisteminde bulunan ve sadece akson çapları farklı olan üç nöronun akson çapı aşağıdaki grafikte verilmiştir.




**Buna göre, verilen nöronlardaki impuls iletim hızını çoktan aza doğru sıralayınız.**

**ETKİNLİK 2**

Aşağıdaki tabloda görevlerine göre nöron çeşitleri ve bu nöronların görev yapmasını engelleyen bazı uygulamaların sonuçlarına ait örnekler verilmiştir.

**Buna göre, nöron çeşitleri ile görev yapmamaları durumunda ortaya çıkan sonuçlara ait örnekleri eşleştiriniz.**

| Nöron çeşitleri | Uygulamalar ve sonuçları |
|---|---|
| 1. Duyu nöronu ☐ | a) Lokal anestezi yapılarak eline dikiş atılan birey acıyı hissetmez ama istediği zaman elini çekebilir. |
| 2. Ara nöron ☐ | b) Felçli bir bireyin eli tüy ile gıdıklandığında gıdıklandığını hissetmez ve elini çekemez. |
| 3. Motor nöron ☐ | c) Botoks uygulamasından sonra yanağına dokunulan birey dokunmayı hisseder ancak gülümseme şeklinde tepki vermez. |

**ETKİNLİK 3**

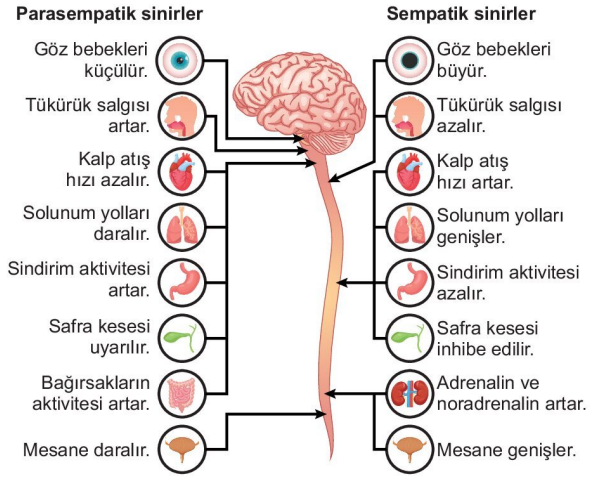
**Aşağıdaki tabloda sinir sistemi bölümlerinin fonksiyonları ile ilgili ifadeler verilmiştir. Doğru olanlarının karşısındaki kutucuğu "✔" işareti ile işaretleyiniz.**

| Sinir sistemi bölümünün fonksiyonu | İşaretlenecek kutucuk |
|---|---|
| Beyin kabuğu duyu organlarından gelen duyuları algılar. | |
| Vücut sıcaklığının düzenlenmesinde hipotalamus görev yapar. | |
| Sağlıklı bir bireyde gerçekleşen tüm reflekslerin kontrol merkezi omuriliktir. | |
| Beyincik kulaktaki yarım daire kanallarıyla ve gözle koordineli çalışarak vücut dengesini ayarlar. | |

3D YAYINLARI

## BECERİ TEMELLİ SORU 1

Aşağıdaki görselde sağlıklı bir bireyde otonom sinir sistemine ait nöronların bazı organların çalışması üzerine etkileri verilmiştir.




**Otonom sinir sistemine ait sempatik ve parasempatik sinirler ile ilgili,**

I. Sempatik sinirler sadece omurilikten, parasempatik sinirler ise beyin ve omurilikten çıkar.

II. Bazı organlar üzerinde zıt etki yapabilirler.

III. Sadece düz kaslardan oluşan organlara impulslar iletirler.

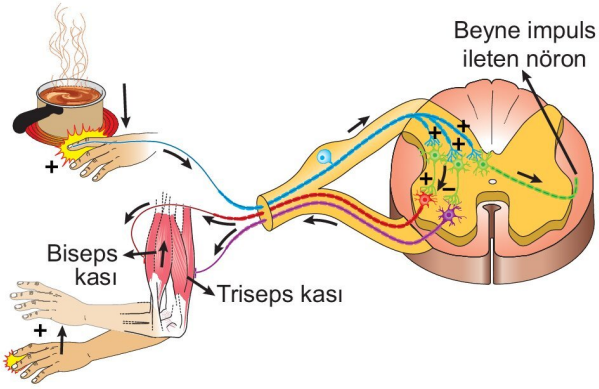
**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

## BECERİ TEMELLİ SORU 2

Aşağıdaki görselde sıcak bir cisme dokunulması sonrasında bireyde gerçekleşen yanıt gösterilmiştir.




**Buna göre,**

I. Duyu nöronları omuriliğin arka kökünden giriş yaparken motor nöronlar omuriliğin ön kökünden çıkış yapar.

II. Duyu nöronu, omurilikte beyne giden nöron ile sinaps yaparak verilen tepkiden beynin haberdar olması sağlanır.

III. Efektör olan kol kaslarından biseps kasına uyarı iletilip kasılması sağlanırken triseps kasına uyarı geçişi engellenir.

**yorumlarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 1

Aşağıdaki tabloda farklı hayvan türlerine ait a, b, c, d ve e nöronlarının bazı özellikleri verilmiştir.

| Nöron | Miyelin kılıf | Akson çapı (µm) |
|---|---|---|
| a | Yok | 1 |
| b | Var | 5 |
| c | Var | 10 |
| d | Yok | 500 |
| e | Var | 20 |

**Tablodaki bilgilere göre, verilen nöronlardan hangisinde impuls iletiminin <u>en yavaş</u> olması beklenir?**

A) a B) b C) c D) d E) e

3D YAYINLARI

**BİRE BİR ÖSYM 2**

**İnsanın sinir sisteminde impuls oluşumu ve iletimi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Bir uyarının nöronda impuls oluşturabilmesi için en az eşik değerde olması gerekir.

B) Nöronlarda impuls oluşumu ve iletimi sırasında gerçekleşen olaylar elektrokimyasaldır.

C) Nöronlarda impuls iletim hızı, sinapslardaki impuls iletim hızından fazladır.

D) Akson çapının azalması impuls iletim hızını artırır.

E) Eşik değer ve üzerindeki uyarılara nöron ya hep ya hiç kuralına göre cevap verir.

**BİRE BİR ÖSYM 3**

**İnsanda aşağıda verilen olaylardan hangisi otonom sinir sisteminin kontrolünde gerçekleşmez?**

A) Yemekten sonra mide ve bağırsak hareketlerinin hızlanması

B) Vücut yüzeyinin ısınması nedeni ile terlemenin artması

C) Diz kapağının altına vurulduğunda bacağın öne doğru hareket etmesi

D) Az ışıkta göz bebeğinin büyümesi

E) Besinin çiğnenmesi sırasında tükürük salgısının artması

## ENDOKRİN BEZLER VE SALGILADIKLARI HORMONLAR

- Sinir sistemi ile birlikte vücuttaki faaliyetleri kontrol eden ve kimyasal haberciler ile iletişim kuran denetleyici ve düzenleyici sistemin bir parçası da endokrin sistemdir.
- Endokrin bezlerin salgılarına **hormon** denir.
- Hormonlar, endokrin bezlerden (iç salgı bezleri) salgılanan ve doğrudan kana verilen organik yapılı düzenleyici moleküllerdir.
- Hormonlar hedef organlarına kan yoluyla taşınır ve fizyolojik yanıtları başlatır.
- Hormonları tanıyan özgül reseptörlere sahip olan organlara **hedef organ** denir.
- Hormonların hedef hücrelerinin zarında veya hücrenin içinde o hormona özgü reseptörler bulunur. Hormonun reseptöre bağlanması ile hedef hücrede tepki meydana gelir.
- Bazı hormonların hedefi tek bir organ iken bazı hormonların hedefi genel olarak vücut olabilir. Örneğin TSH'ın hedefi sadece tiroit bezi iken tiroksin hormonunun hedefi hücredeki mitokondriler olduğundan hemen hemen tüm vücut hücreleridir.
- Görevini tamamlayan hormonlar hedef hücrede ya da karaciğerde parçalanır.

**MERAKLISINA**

Hormonlar steroit, amino asit (amin hormonları) ve protein yapılı olabilirler. Steroit ve amino asit yapılı hormonların eksikliği sonucu oluşan hastalıkların tedavisinde bu hormonlar tablet şeklinde ağızdan alınabilir. Ancak protein yapılı olan hormonların eksikliğinde, bu hormonların tablet şeklinde alınması uygun değildir. Çünkü polimer yapılı olan bu moleküller sindirim sisteminde parçalanır. Bu nedenle protein yapılı hormonların eksikliği sonucu oluşan hastalıkların tedavisi bu hormonların vücuda enjekte edilmesi ile yapılır.

**NOT**

Salgılarını kanallar yardımıyla başka organlara ya da vücut dışına boşaltan bezlere **ekzokrin bezler (dış salgı bezleri)** denir. Ter bezleri, yağ bezleri ve tükürük bezleri ekzokrin bezlerdir.

Ürettiği salgıların bazılarını kanallara boşaltan, bazılarını ise doğrudan kana veren bezlere **karma bez** denir. Pankreas, sindirim enzimleri içerikli salgılarını kanallarla bağırsak boşluğuna; insülin ve glukagon hormonlarını ise doğrudan kana verdiği için karma bezdir.

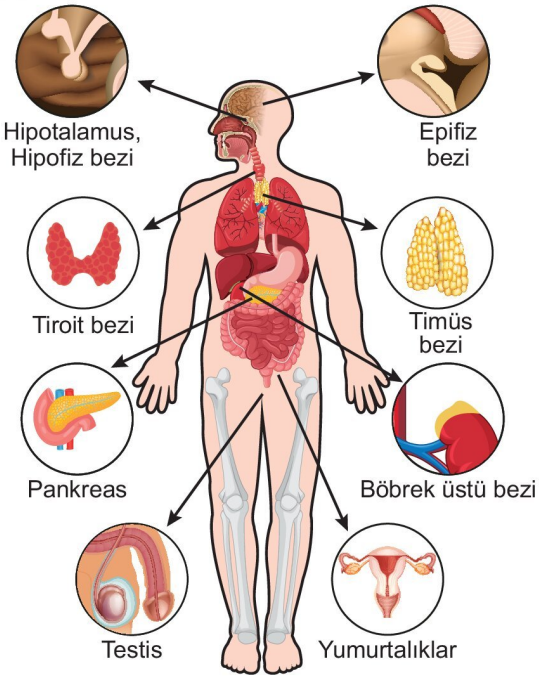
**NOT**

İnsan vücudundaki salgı bezleri epitel dokudan oluşur. Hormonların büyük bir kısmı endokrin bezlerden salgılanır ancak nöronların akson uçlarından, mide, ince bağırsak, böbrek, karaciğer ve pankreas gibi organlardaki endokrin hücrelerden de hormon salgılanır.

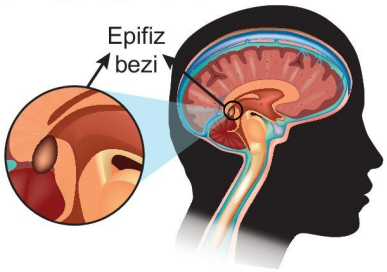
**Shorts 2**

**İdeal uyku süremiz günde kaç saat olmalı?**

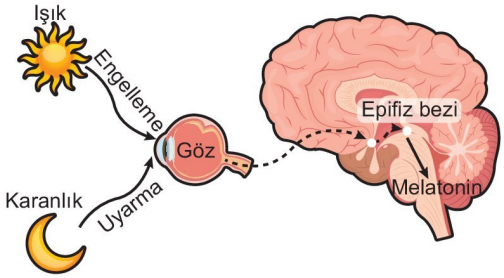
- İnsanda endokrin sisteme ait başlıca yapılar epifiz, hipofiz, tiroit, paratiroit, timüs, adrenal (böbrek üstü), pankreas ve eşeysel bezlerdir.



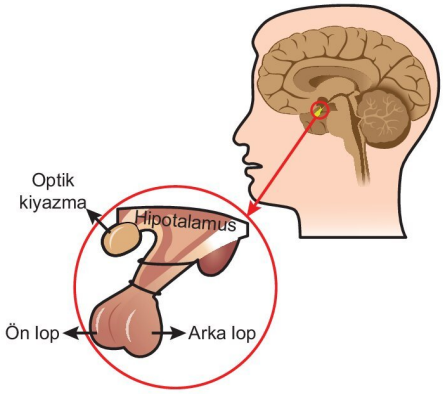

## Epifiz Bezi ve Salgıladığı Hormon




- Epifiz bezi, beynin iki yarım küresi arasında yer alır.
- **Melatonin** hormonunu salgılar.
- Özellikle geceleri karanlıkta salgılanan melatonin, biyolojik saatin düzenlenmesinde görev yapar.
- Menstrual döngü ve uyku zamanı gibi tekrarlayan olayları düzenler.
- Melatoninin salgılanma miktarı mevsimsel gün uzunluğuna, ışığın şiddetine ve devamlılığına bağlı olarak değişir.
- Melatonin salgılanmasını hipotalamustaki bir merkez kontrol eder. Bu merkez, gözün retina tabakasındaki ışığa hassas nöronlardan uyarı alarak kontrol görevini yapar.

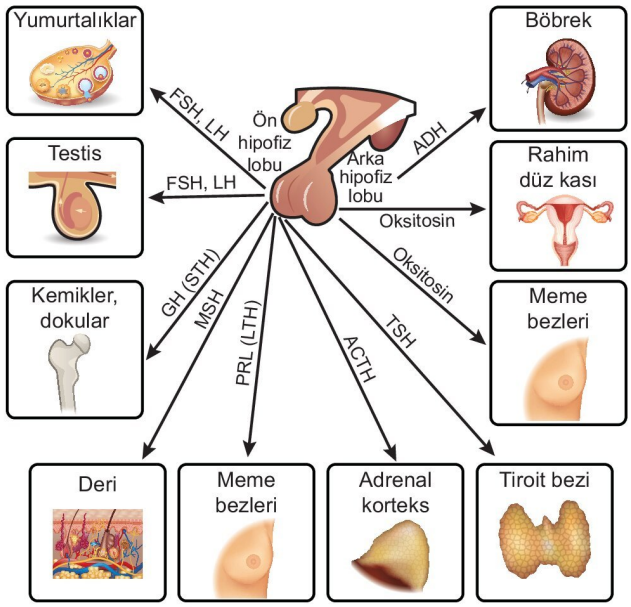



## Hipofiz Bezi ve Salgıladığı Hormonlar




- Hipofiz bezi beyinde bulunur. İnce bir sap ile hipotalamusa bağlanır. Ön ve arka olmak üzere iki loptan oluşur.
- Kafatası tabanında sella turcica (Türk eyeri) adı verilen çöküntüde bulunur. İri bir fasulye tanesi kadardır.
- Çalışmasını hipotalamus düzenler.
- Vücuttaki nöronlardan ve beyinden bilgi alan hipotalamus endokrin uyarıları başlatır. Hipotalamus da hipofizi uyarır.
- Hipotalamusun salgılatıcı (RH) ve engelleyici (IH) hormonları hipofiz ön lobunun hormon salgılamasını kontrol eder.
- Hipotalamustan salgılanan ve hipofiz ön lobundan hormon salgılanmasını uyaran kimyasal maddeye **RH (salgılatıcı hormon)** denir. Örneğin GnRH, TRH
- Hipofiz bezi diğer endokrin bezleri yönetir.

Hipofiz bezinden salgılanan önemli hormonlar ve hedef organları aşağıdaki şekilde verilmiştir.




YAYINLARI

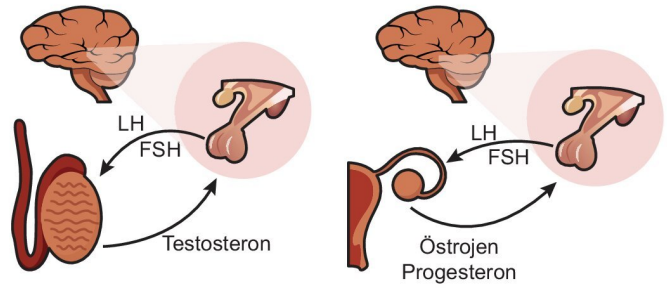
## Hipofiz Ön Lobundan Salgılanan Hormonlar

### FSH (Folikül Uyarıcı Hormon)

- Dişi üreme sisteminde bulunan ve henüz olgunlaşmamış olan, mayozun profaz I evresinde beklemekte olan hücreleri içeren keseciklere **folikül** denir.
- FSH, dişi bireylerde ergenlikten itibaren yumurtalıklardaki folikülleri uyararak oogenez sürecinin tamamlanmasını sağlar.
- FSH etkisi ile büyüyen ve gelişen foliküllerden östrojen hormonu salgılanır.
- FSH erkek bireylerde ise ergenlikten itibaren testisleri uyararak seminifer tüpçüklerin gelişimini ve sperm oluşumunu (spermatogenez) sağlar.

### LH (Lütenleştirici Hormon)

- Dişi bireylerde yumurtalıktaki folikül kesesindeki yumurtanın ovulasyon ile yumurta kanalına bırakılmasını sağlar. Ovulasyondan sonra içi boş kalan folikül yağ depolayarak korpus luteuma (sarı cisim) dönüşür. Korpus luteum progesteron ve östrojen salgılar.
- LH erkek bireylerde testislerdeki Leydig hücrelerinden testosteron salgılanmasını uyarır ve sperm oluşumunun tamamlanması ile spermlerin olgunlaşmasını sağlar.

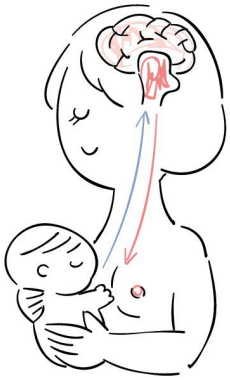



**NOT**

FSH ve LH'a gonadları yani yumurtalık ve testisleri uyardıkları için **gonadotropin** de denir.

### PRL (Prolaktin, LTH)

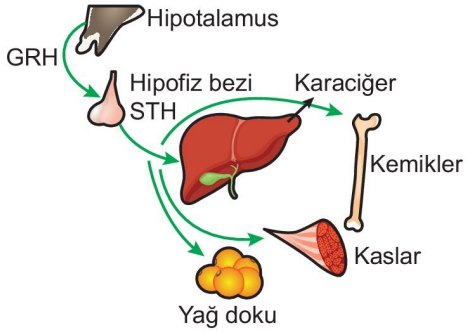
- Hamilelik sırasında süt bezlerinin büyümesini ve doğumdan sonra süt üretiminin uyarılmasını sağlar.



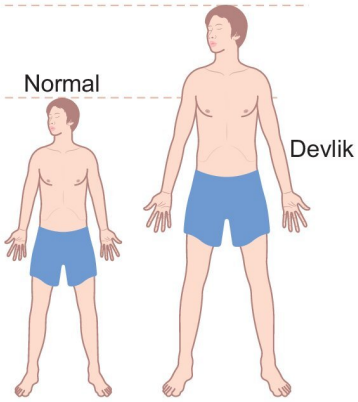
- Erkeklerde tam işlevi bilinmemektedir.

### STH (Somatotropin, GH)

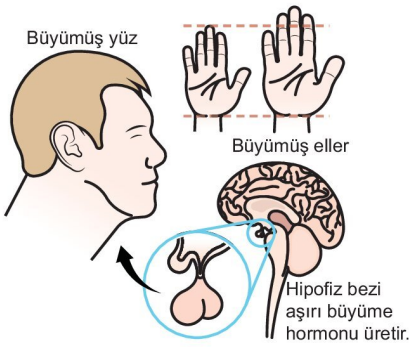
- Büyüme hormonudur.
- Özellikle kemiklerin epifiz plağını etkileyerek mitozunu hızlandırır ve boyca uzamasını sağlar.
- Kıkırdak ve iskelet kasları da dahil olmak üzere hedefi tüm vücut olup büyümeyi ve metabolizmayı uyarır.
- Protein sentezini hızlandırır.




- Yağ ve karbonhidrat metabolizmasını düzenler. Yağ yıkımını artırarak glikoz kullanımı yerine yağların enerji kaynağı olarak kullanımını sağlar.
- Büyüme döneminde az salgılanması **hipofiz cüceliğine (pituiter dwarfizm)**, aşırı salgılanması ise **devliğe (gigantizm)** neden olur.




- Yetişkinlerde fazla salgılanması el, ayak ve yüz kemiklerinin aşırı büyümesi hastalığı olan **akromegaliye** yol açar.



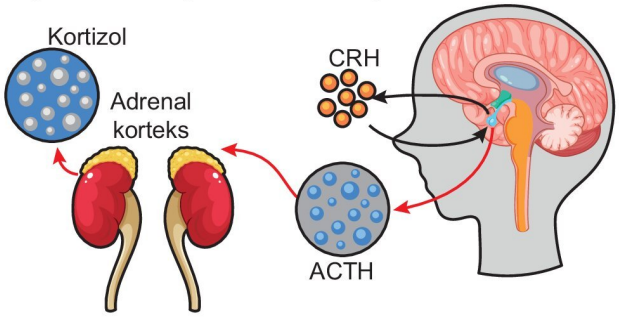

YAYINLARI

### MSH (Melanosit Uyarıcı Hormon)

- Fetal dönemde deri, göz ve beyinde bulunan melanin pigmentinin oluşumunu düzenler.
- Ergin dönemde rolü tam olarak bilinmemektedir. Ancak iştahın kontrolü ve metabolizma üzerinde dolaylı etkisi olduğu bilinmektedir.

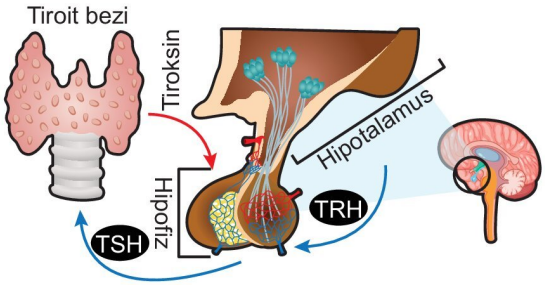
### ACTH (Adrenokortikotropik Hormon)

- Böbrek üstü bezinin (adrenal bez) kabuk bölümünü (korteks) uyararak bu bölgeden hormon salgılanmasını düzenler.



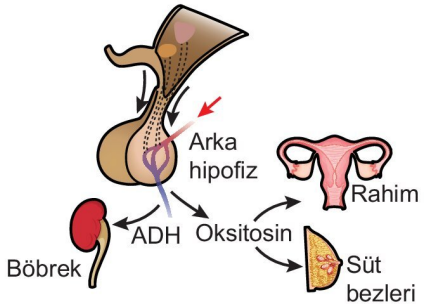

### TSH (Tiroit Uyarıcı Hormon)

- Tiroit bezini uyararak bu bezin tiroksin hormonunu salgılamasını sağlar.



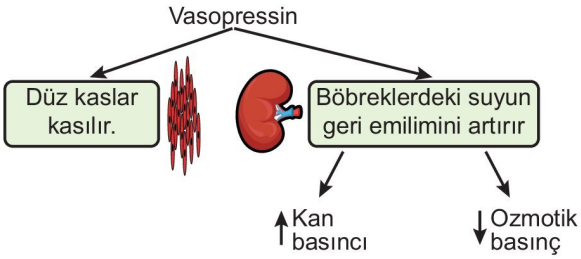

### Hipofiz Arka Lobundan Salgılanan Hormonlar

- Hipofiz bezinin arka lobundan salgılanan hormonlar hipofiz arka lobunda değil hipotalamusta sentezlenir.
- Hipotalamusun ürettiği bu hormonlar ADH (antidiüretik hormon) ve oksitosindir.
- ADH ve oksitosin bir sinir sistemi bölümü olan hipotalamus tarafından üretildiği için bu hormonlar da nörotransmitterdir.
- Hipotalamusun nöron aksonları ile hipofiz arka lobuna verilen ADH ve oksitosin burada depolanır.
- Hipotalamusun hipofiz arka lobunu uyarması ile ADH ve oksitosin hipofiz arka lobundan kana salgılanır.




### ADH (Antidiüretik Hormon, Vasopressin)

- Hipotalamus hormonudur.
- Böbrekteki nefron kanallarından su emilimini sağlayarak kanın ozmotik basıncını ve vücudun sıvı dengesini düzenler.




- Aşırı terleme, tuzlu yiyecek tüketme, uzun süre susuz kalma gibi durumlarda kandaki su miktarı azalır, kanın ozmotik basıncı artar, ozmoreseptörler uyarılır ve hipotalamusa sinyaller iletilir. Hipotalamus susama hissi oluşturarak su içmeyi sağlar ve aynı zamanda hipofiz bezini uyararak ADH salgılanmasını uyarır. Kandaki ADH miktarının artması ile böbrekten emilen su miktarı artar, kana geçen su miktarı artınca, kanın ozmotik basıncı düşer ve ADH salgılanması baskılanır.
- Yetersiz salgılanması durumunda böbreklerden kana su emilimi azalır, oluşan idrar miktarı artar ve idrar seyreltik olur. İdrardaki üre ve atık madde miktarı değişmez. Kanın ozmotik basıncı yüksek olduğundan susama, çok su içme ve sık idrara çıkma gibi sorunlar ortaya çıkar. Bu belirtiler diyabet hastalarında da görülür. Diyabet hastalarının idrarında glikoza rastlanılırken, ADH yetersizliğinde idrarda glikoz olmadığından oluşan bu hastalığa **şekersiz şeker hastalığı (diabetes insipidus)** denir.

**NOT**

ADH artarsa idrar hipertonik, azalırsa idrar hipotonik olur.

**NOT**

Aşırı kan kaybı nedeni ile kan basıncı düştüğünde, kandaki ADH kan damarlarını daraltarak kan basıncını artırır.

**NOT**

Alkol, ADH salınımını baskıladığı için oluşan idrar miktarını artırır.

### Oksitosin

- Kadınlarda doğum sırasında uterus düz kaslarının ritmik olarak kasılmasını düzenler ve doğum sancısını oluşturarak doğumu sağlar.
- Doğumdan sonra süt bezlerinden süt salgılanmasını ve sütün kanallara iletilmesini sağlar.
- Annelik iç güdüsü oluşumunda etkilidir.
- Kadınlarda ve erkeklerde bağlılığın ve güven duygusunun oluşmasını, cinsel aktivitenin uyarılmasını sağlar.
- Üretimi pozitif geri bildirim ile düzenlenir. Doğum sırasında oksitosin artışı rahim kaslarının kasılmasını artırır, rahim kaslarındaki kasılmalar ise daha fazla oksitosin salgılanmasını uyarır.

3D YAYINLARI

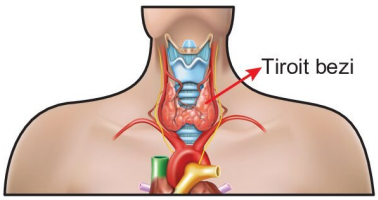
- Doğum sonrasında bebeğin emzirilmesi, bazen de sesinin duyulması oksitosin salgısını artırır.

**NOT**

Doğumun başlaması için hamile kadınlara gerektiğinde sunî sancı oluşturmak için oksitosin hormonu enjekte edilebilir.

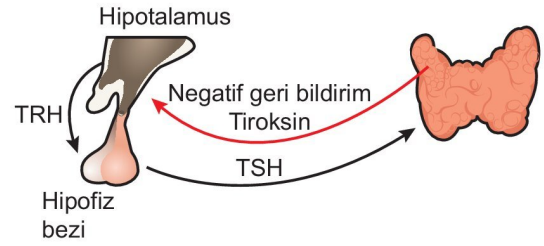
## Tiroit Bezi ve Salgıladığı Hormonlar

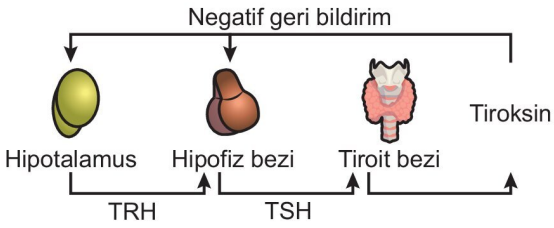
- Tiroit bezi gırtlak üzerinde bulunan ve iki loptan oluşan bir bezdir.
- Tiroksin ve kalsitonin hormonlarını salgılar.




### Tiroksin

- Tiroksin, hipofiz ön lobundan salgılanan TSH etkisiyle salgılanır.




- Tiroksin iyotlu bir amino asitten oluşur.
- Bu hormonun hedefi olgun alyuvarlar dışındaki tüm vücut hücrelerindeki mitokondriler olup oksijen tüketimini artırarak metabolizmayı hızlandırır.
- Normal kan basıncını, kalp atış hızını, kas gerginlik düzeyini ayarlar. Sindirim ve üreme fonksiyonlarını düzenler.
- Yapısal proteinlerin sentezini artırır.
- Fetüs gelişimi sırasında, bebeklik ve çocukluk döneminde az salgılanması zekâ geriliği ve boy kısalığı şeklinde ortaya çıkan **kretenizm** hastalığına neden olur.
- Yetişkinlik döneminde iyot yetersizliğine bağlı olarak az salgılanması **guatr** hastalığına yol açar. İyotlu tuz kullanımı ve deniz ürünleri tüketimi tiroksin eksikliğini önlemede etkilidir.
- Tiroksinin fazla salgılanmasına **hipertiroidizm**, yetersizliğine ise **hipotiroidizm** denir.

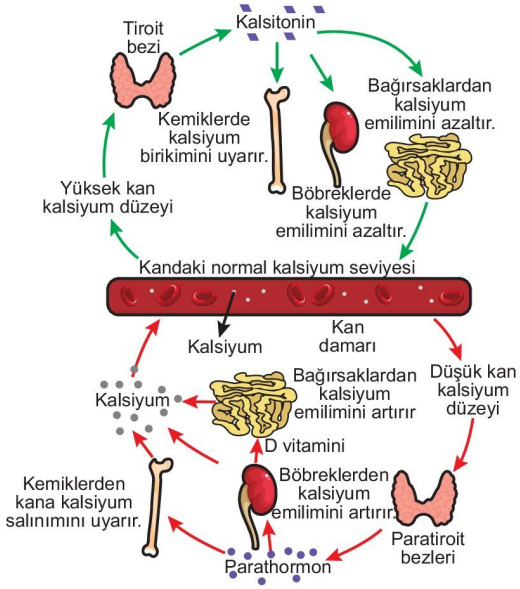
**NOT**

Hipertiroidizmde aşırı terleme, kilo kaybı, sinirlilik, kan basıncında artma; hipotiroidizmde ise kilo alımı, bitkinlik, üşüme, zihinsel bulanıklık gibi belirtiler görülür.

- Otoimmün bir hastalık olan hipertiroidizmde bağışıklık sisteminin ürettiği antikorlar TSH reseptörlerine bağlanarak tiroksin üretiminin artmasına neden olur. Hipertiroidizmde göz küresinin arkasında sıvı birikir ve gözler dışarı doğru çıkar. Buna **(graves hastalığı)** denir.

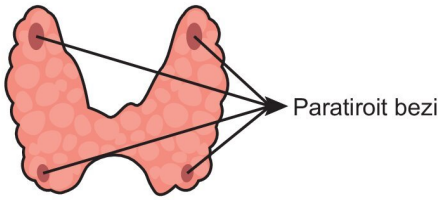
### Kalsitonin

- Paratiroit bezinden salgılanan parathormon ile birlikte kandaki kalsiyum düzeyini ayarlar.
- Kan kalsiyum konsantrasyonu yaklaşık 10mg/100ml'dir.
- Kalsitonin, kandaki kalsiyumun fazlasının kemiklere geçmesini ve kemiklerde depolanmasını sağlar. Ayrıca böbreklerden kalsiyum ve fosfor emilimini azaltır. Böylece kalsiyum ve fosforun fazlasının idrarla atılmasını sağlar.
- Kalsitoninin bağırsaktan kalsiyum emilimini azaltma etkisi de vardır.
- Kandaki kalsiyum miktarı normalin üzerine çıktığında kalsiyum atılımını sağlamak için kalsitonin miktarı da artar.




## Paratiroit Bezi ve Salgıladığı Hormon

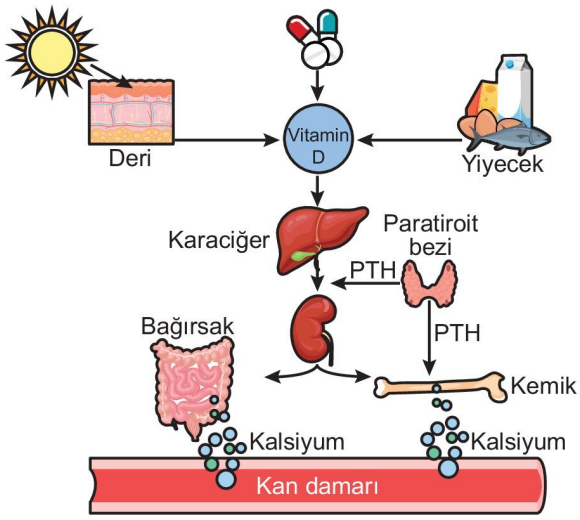
- Paratiroit bezi, tiroit bezinin yüzeyine yerleşmiş, bezelye büyüklüğünde, dört küçük bezdir.




- Parathormon (PTH) salgılar.
- Parathormon, kandaki kalsiyum düzeyinin artmasını sağlar.

YAYINLARI

- Kandaki kalsiyum değeri normalin altına düşerse, parathormon salgısı artar. Bu durumda kemik yıkımı ve böbrekten kalsiyum emilimi artırılarak kana kalsiyum geçişi artırılır.
- Parathormon ayrıca böbreklerde aktif D vitamini oluşumunda etkilidir. Aktif D vitamini bağırsaklardan kana kalsiyum emilimini sağlar ve parathormonun etkisini güçlendirir.
- Parathormon kemikten kana kalsiyum geçişini uyardığında kemikten kana fosfat geçişine de yol açar. Kanda kalsiyum fosfat oluşumunu önlemek için de böbrekten fosfat atılmasını sağlar.




**D vitamininin aktivasyonu ve etkisi**

**NOT**

Parathormon ve kalsitonin salgılanması kandaki kalsiyum miktarına göre düzenlenir. Bu iki hormon kan kalsiyum seviyesi üzerinde zıt (antagonist) etkiye sahiptir.

**NOT**

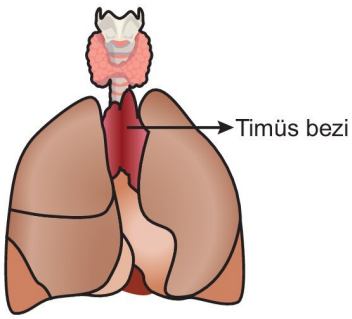
Hipofiz ön lobundan salgılanan TSH, tiroit bezini tiroksin salgılama yönünde uyarır. TSH'ın kalsitonin miktarını düzenleme yönünde etkisi yoktur.

**Shorts 3**

**Hashimoto hipotroidisi daha çok neden kadınlarda görülür?**

### Timüs Bezi ve Salgıladığı Hormon

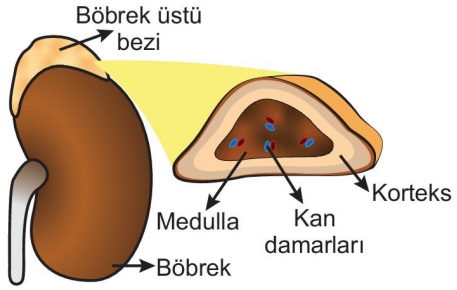
- Timüs bezi, göğüste akciğerler arasında bulunur.




- **Timozin** hormonunu salgılar. Bu hormon bağışıklık sistemi üzerinde etkili olup özellikle T lenfositlerinin olgunlaşmasında ve kana verilmesinde görev yapar.
- Timüs bezi yenidoğanda ve çocuklarda daha aktif olup yaş ilerledikçe küçülür ve aktivitesi azalır.

### Adrenal Bez (Böbrek Üstü Bezi) ve Salgıladığı Hormonlar

- Böbreklerin üzerinde yer alan bu bezin dış kısmına **kabuk (korteks),** iç kısmına **öz (medulla)** denir.



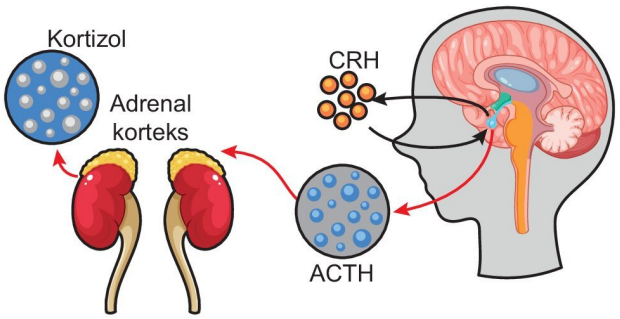

### Korteks Hormonları

- Bu kısmın hormon salgılamasını hipofiz ön lobundan salgılanan ACTH düzenler.
- Korteksten kortizol (glikokortikoid), aldosteron (mineralokortikoid) ve adrenal eşey hormonları salgılanır.

**NOT**

Adrenal bezin korteks hormonları steroit yapıdadır.

**Kortizol**

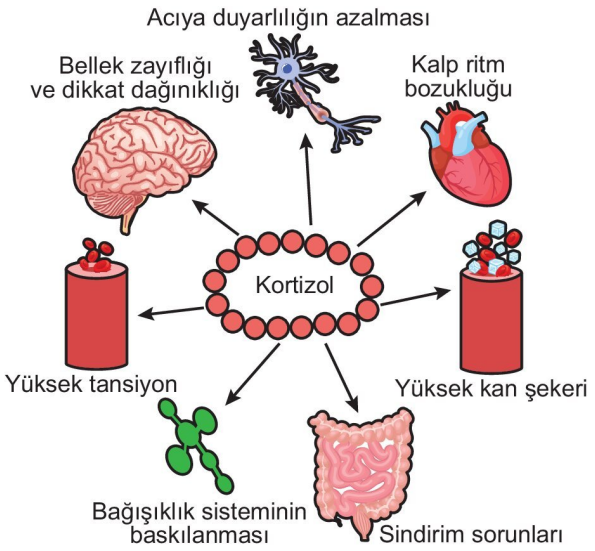



- Kandaki miktarı hipotalamustan salgılanan CRH ile düzenlenir. Korku, yaralanma, heyecan, enfeksiyon gibi stres yaratan durumlarda hipotalamustan CRH salgılanır. CRH hipofizin ACTH salınımını uyarır.
- Kandaki kortizol artışı CRH ve ACTH salınımını engeller.
- Vücudun strese karşı direnç sağlamasında ve bağışıklığın baskılanmasında rol oynar.
- Karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmasını düzenler.
- Hücrelerin glikoz kullanımını azaltarak protein yıkımını artırır.
- Yağların yıkımını da artırarak hücrelerin enerji ihtiyaçlarını yağ asitlerinden karşılamalarını sağlar.
- Amino asitlerden ve gliserolden glikoz sentezini düzenleyerek kandaki glikoz seviyesini artırır.

**NOT**

Kortizol artışı amino asitlerin yıkımını artırdığından kandaki üre miktarının artmasına neden olabilir.

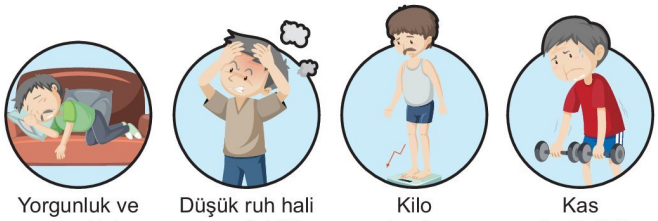
- Sinir hücreleri ve kaslar için hızlı bir enerji kaynağı sağlar. Kandaki kortizol miktarı artışı nedeni ile oluşan bazı sorunlar şunlardır:




- Kortizol romatizmal ve alerjik hastalıklarını tedavisinde kullanılabilir. Bu tür hastalıklar bağışıklık sistemi ile ilgili olup kortizol bağışıklığı baskılayarak geçici bir süre hastalık belirtilerini ortadan kaldırır.
- Uzun süreli kortizol kullanımı vücut direncinin düşmesine ve kilo artışına neden olur.

### Aldosteron

- Kanın, doku sıvısının ve hücrelerin mineral ve su dengesini ayarlayan bir hormondur.
- Böbrek nefronlarından sodyumun geri emilimini artırırken potasyumun atılmasını hızlandırır.
- Kandaki sodyum miktarının artması, kanın ozmotik basıncını artırır. Bunun sonucunda da böbrekten kana emilen su miktarı ve kan basıncı artar.
- Aldosteronun ter, tükürük ve bağırsak bezlerinden sodyum çıkışını azaltma ve sodyumu kanda tutma etkisi de vardır.
- Kortizol ve aldosteron miktarının yetersizliği **Addison hastalığına (Tunç hastalığı)** neden olur. Bu hastalıkta kaslar zayıflar, yorgunluk, iştahsızlık, kilo kaybı ve deri renginde koyulaşma meydana gelebilir.




**Addison hastalığının bazı belirtileri**

### Adrenal Eşey Hormonları

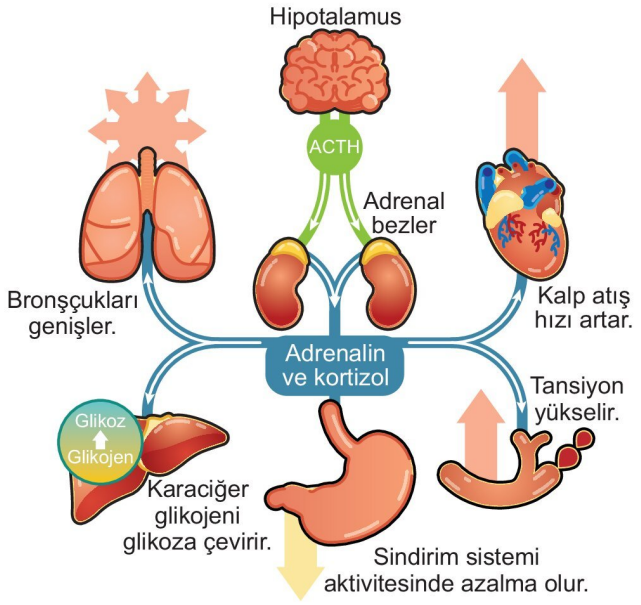
- Böbrek üstü bezinin korteks kısmından az miktarda progesteron ve östrojen ile daha çok testosteron (androjen) hormonları salgılanır.

### Medulla Hormonları

- Böbrek üstü bezinin medulla kısmından salgılanan hormonlar adrenalin (epinefrin) ve noradrenalin (norepinefrin)dir.

### Adrenalin

- Korku, stres, heyecan gibi durumlarda kandaki miktarı artırılarak enerji üretimini ve kullanımını sağlar.
- Tehlike anında kalp atışlarını hızlandırır, göz bebeğini büyütür, kan basıncını artırır, akciğerlerdeki bronşları genişletir. Vücudun oksijen tüketiminin hızlanmasına ve metabolizma hızının artmasına neden olur.
- Adrenalin özellikle beyne, kalbe ve iskelet kaslarına giden kan damarlarını genişletir, diğer organlara giden damarları daraltır. Sindirim sistemi faaliyetlerini yavaşlatır.
- Karaciğerde glikojenin glikoza yıkımını hızlandırarak kana geçen glikoz miktarını artırır.
- Adrenalin etkisi ile kıl kökleri kasılır ve kıllar diken diken olur.




### Noradrenalin

- Etkisi adrenaline benzer. Ancak öncelikli görevi kan basıncının dengede tutulmasını sağlamaktır.
- Kılcal damarları daraltarak kan basıncını artırır.
- Kalp atışlarını hızlandırır.
- Karaciğerdeki depo glikojenin glikoza yıkımını sağlayarak kan şekerini artırır ve vücudun enerji ihtiyacının karşılanmasına yardımcı olur.
- Vücut sıcaklığının artmasına neden olur.

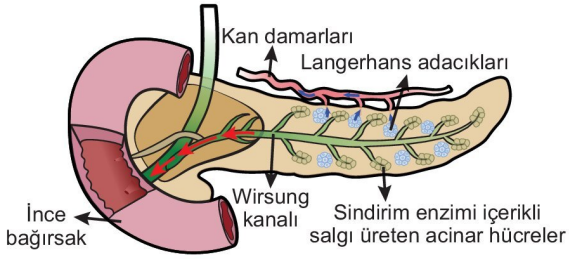
**NOT**

Noradrenalin nörotransmitter olarak da görev yapar.

3D YAYINLARI

### Pankreas ve Salgıladığı Hormonlar

- Pankreas, midenin arka kısmında bulunan ve karma bez özelliğine sahip olan bir organdır. Hem hormon hem de sindirim enzimi salgılar. Hormonlarını doğrudan kana verir. Salgıladığı sindirim enzimleri ve bikarbonat içerikli sıvıyı ise Wirsung kanalı ile ince bağırsağa gönderir.




- Pankreasın Langerhans adacıkları adı verilen kısmındaki alfa hücrelerinden glukagon, beta hücrelerinden ise insülin hormonları salgılanır.

### İnsülin

- Kanda bulunan glikozun özellikle karaciğer ve iskelet kası hücrelerine geçişini sağlayarak kan şekerini düşürür ve yükselen kan şekerinin normale dönmesini sağlar.
- İnsülin etkisiyle glikozun fazlası karaciğer ve kaslarda glikojen, yağ doku hücrelerinde ise yağ olarak depolanır.
- Karaciğerde glikojen yıkımını yavaşlatır, yağ ve proteinlerin glikoza dönüşümünü engeller. Amino asitlerden protein sentezlenmesini sağlar.
- Amino asit emilimini artırarak protein sentezini etkiler.

**NOT**

Nöronlarda glikozun hücreye alınması insülinden bağımsız olarak gerçekleşir.

- İnsülin miktarının yetersizliği **diyabete (şeker hastalığı, diabetes mellitus)** neden olur.

Diyabet, kanda eşik değerin üzerinde glikoz olmasına rağmen hücrelerin kandan yeterli glikoz alamamasıdır. Bu durumda hücreler enerji ihtiyaçlarını proteinlerden ve yağlardan karşılar. Glikozun bir kısmı idrarla atılarak şeker dengesi sağlanmaya çalışılır.

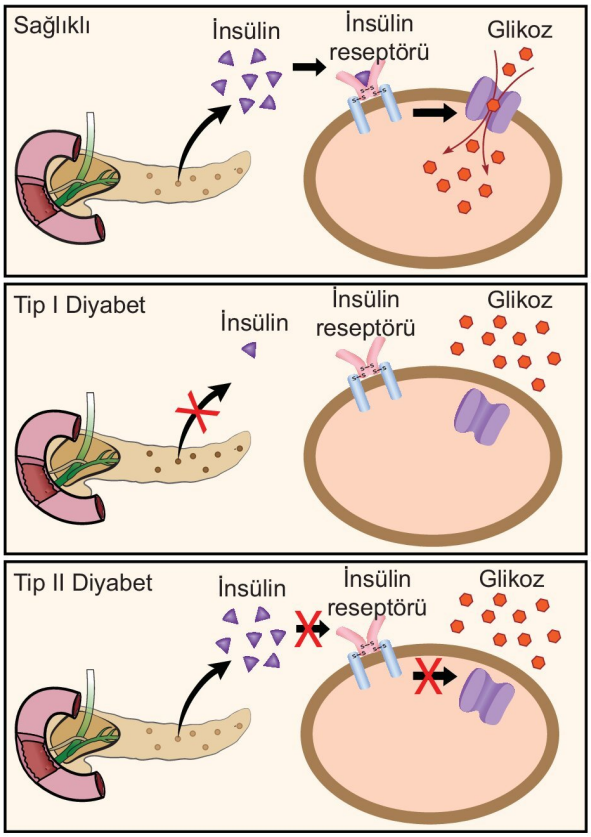
Fazla su içmek, sık idrara çıkmak ve fazla yemek yemek diyabetin en önemli belirtileridir.

### Diyabetin iki tipi vardır:

- Tip I diyabet, otoimmün bir hastalıktır. Bu hastalıkta bireyin kendi bağışıklık sistemi hücreleri pankreasın beta hücrelerine saldırdığı için insülin üretilmez. Tedavisi için bireyin insülin kullanması gerekir. Genellikle küçük yaşlarda ortaya çıkar.

**NOT**

İnsülin polipeptit yapılı bir hormon olduğundan tedavisinin enjeksiyon şeklinde alınarak yapılması gerekir.




- Tip II diyabette pankreas yeterli insülin üretir ancak vücut hücrelerinin insüline duyarlılığı azalmış olduğundan hücreler insülinden etkilenmez. Çünkü hücrelerin insülin almaçları bozulmuştur ya da insüline cevap oluşturma yolunda genetik bir kusur vardır.
- Aşırı kilolu olmak, yaşın ilerlemiş olması, aşırı beslenme bozukluğu tip II diyabete neden olabilir.
- Diyet ve düzenli egzersiz ile tip II diyabet kontrol altına alınabilir.

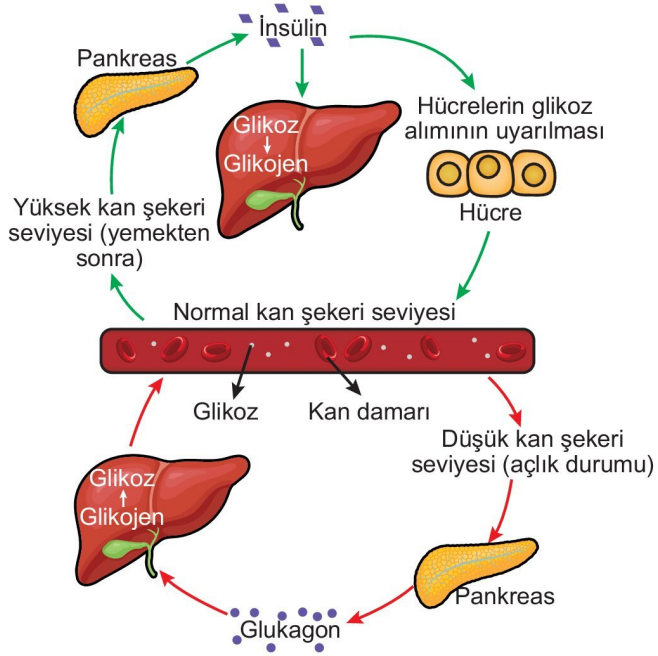
### Glukagon

- Karaciğerde glikojenin yıkımını uyaran hormondur.
- Özellikle açlık durumunda karaciğerdeki glikojenin glikoza dönüşümünü ve kana geçişini uyararak düşük kan şekerinin ve normale dönmesini sağlar.
- Yağ dokuda yağ yıkımını ve karaciğerde karbonhidrat dışı kaynaklardan (amino asit ve gliserol) glikoz sentezlenmesini sağlar.
- Yağ dokudan yağ asidi ve gliserol salınımını uyarır.

3D YAYINLARI

**NOT**

Kan şekerinin azalması durumunda glukagon salgısının artması karaciğerden kana glikoz geçişini sağlar. Ancak iskelet kaslarında depolanan glikojenin glikoza yıkılıp kana geçmesini etkilemez. Kaslar kandan glikoz alıp glikoza fosfat ekleyerek değiştirir ve kana glikoz vermez, depo ettikleri glikoz fosfatı kendileri kullanır.



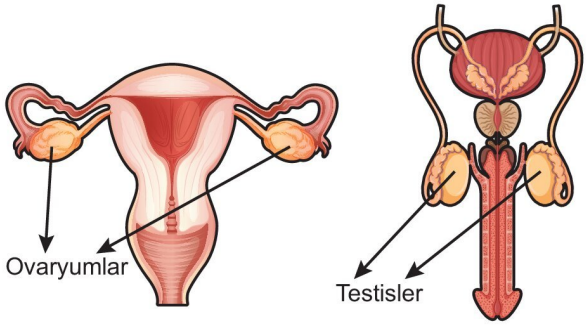

**NOT**

Sağlıklı bir bireyin kan glikoz düzeyi 90mg/100 ml'dir. İnsülin ve glukagon kandaki glikoz seviyesi üzerinde antagonist etki yapar.

**NOT**

Adrenalin, noradrenalin, glukagon ve kortizol kan şekerini artırırken, insülin kan şekerini düşürür.

## Eşey Bezleri ve Salgıladığı Hormonlar




- Dişilerde ovaryumlar (yumurtalıklar), erkeklerde ise testisler eşey bezi olup salgıladıkları hormonlar steroit yapılıdır.
- Eşey bezlerine **gonat** adı da verilir.
- Yumurtalıklar karın boşluğun ve uterusun iki yanında yer alır.
- Testisler ise skrotum adı verilen kese içinde bulunur.
- Gonatlar gametleri yani üreme hücrelerini oluşturur ve üreme sistemi olaylarını düzenleyen hormonlar salgılar.
- Gonatlar, hipofiz ön lobundan salgılanan FSH ve LH hormonlarının etkisi ile hormon salgılar.

**NOT**

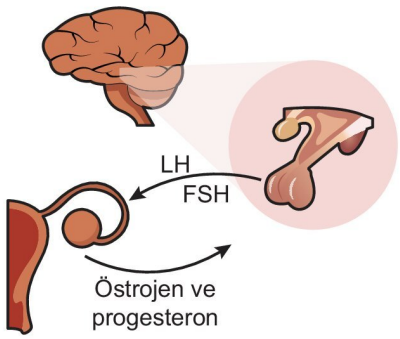
Ovaryumlar ve testisler karma bezlerdir.

### Yumurtalıktan Salgılanan Hormonlar

- Yumurtalıktan östrojen ve progesteron hormonları salgılanır.

### Östrojen

- Ovaryumdaki folikül adı verilen yapılardan ve korpus luteumdan salgılanır.
- İkincil eşey karakterlerinin yani ergenlik dönemindeki değişimlerin oluşmasında etkilidir.
- Sesin incelmesini, meme bezlerinin ve üreme organlarının gelişmesini sağlar.
- Uterus duvarının (endometriyum) mitozunu uyararak uterusun kalınlaşmasında görev yapar.




### Progesteron

- Ovaryumda oluşan korpus luteumdan salgılanır.
- Uterus duvarının kılcal damar açısından zenginleşmesini ve kalınlaşmasını sağlayarak embriyonun uterusa tutunmasına yardımcı olur.
- Embriyo gelişimi sırasında kandaki miktarı artar ve hamileliğin devamlılığında görev yapar.

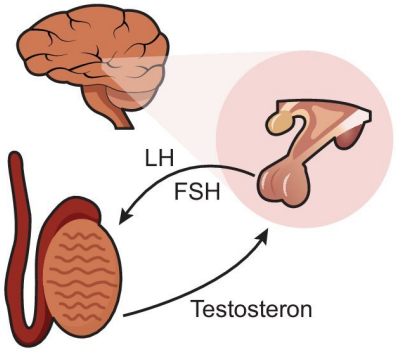
**NOT**

Hamilelik durumunda anne ile bebek arasında madde alışverişini sağlayan plasenta da östrojen ve progesteron salgılar.

3D YAYINLARI

### Testislerden Salgılanan Hormonlar

- Testislerden salgılanan erkek eşey hormonlarına **androjenler** denir.




- Testislerde bulunan Leydig hücrelerinden salgılanan en önemli androjen testosterondur.
- Testosteron spermlerin oluşmasında ve olgunlaşmasında etkili olan hormondur.
- İkincil eşey karakterlerinin oluşmasını sağlayan testosteron sayesinde ergenlik döneminde üreme organları ve kaslar gelişir, ses kalınlaşır, sakal ve bıyık çıkar.
- Testosteron protein sentez hızını artırarak kemik gelişimine de etki eder.

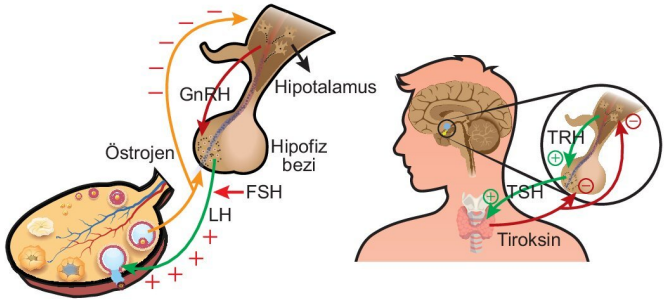
**NOT**

Kas kütlesini artırmak için testosteron takviyesinde bulunmak karaciğeri yıpratır, sperm sayısını azaltır ve testislerin küçülmesine neden olabilir.

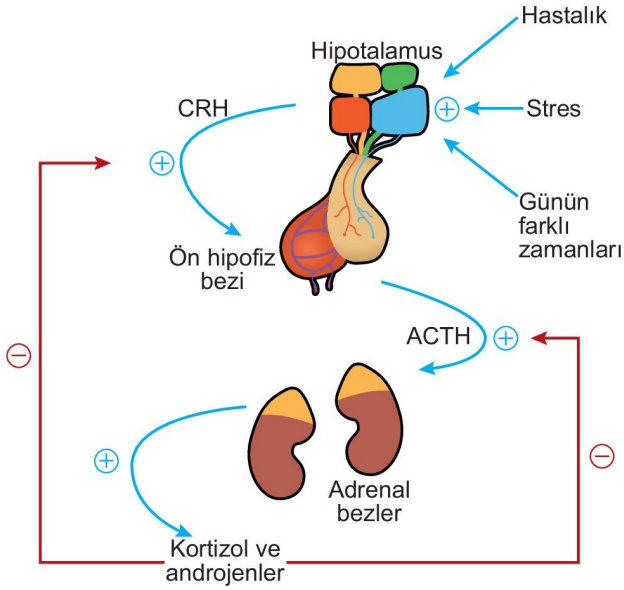
## HORMONLARIN ÇALIŞMASINDA GERİ BİLDİRİM MEKANİZMASI

- Kandaki hormon miktarının düzenlenmesini sağlayan geri bildirim mekanizmasının pozitif ve negatif olmak üzere iki çeşidi vardır.
- Hormon salgılanmasının artırılmasına **pozitif geri bildirim**, azaltılmasına ise **negatif geri bildirim** denir.
- Bazı durumlarda her iki bildirim birlikte çalışırken bazı durumlarda sadece biri etkili olabilir.

  Örneğin, hipotalamustan salgılanan GnRH miktarının artması hipofizden az miktarda FSH ve LH salgılanmasını uyarır. FSH ve LH ovaryumdaki folikülün büyüyerek östrojen salgılamasını sağlar. Az miktardaki östrojen hipofizin FSH ve LH salgılamasını önler (negatif geri bildirim). Folikül büyümesine bağlı olarak artan östrojen ise hipofizi uyararak FSH ve LH salgılamasını artırır (pozitif geri bildirim).




Hipotalamustan salgılanan TRH miktarının artması hipofiz ön lobundan salgılanan TSH miktarını artırır. TSH ise tiroit bezini uyararak tiroksin salgılamasını sağlar (pozitif geri bildirim). Kandaki tiroksin miktarının artışı ise hipotalamus ve hipofiz bezi üzerine negatif etki yaparak TRH ve TSH salgılanmasını baskılar (negitif geri bildirim).



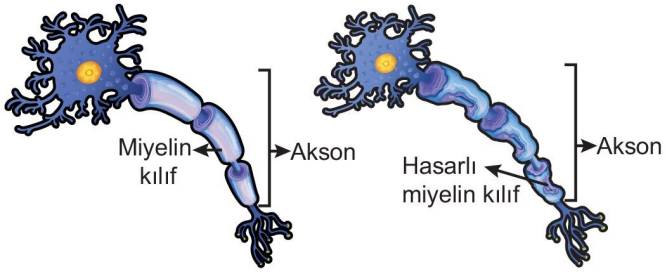

Hipotalamustan salgılanan CRH miktarının artması hipofiz ön lobundan salgılanan ACTH miktarını artırır. ACTH, böbrek üstü bezinin korteksini uyararak korteks hormonlarının artmasına neden olur. Kanda miktarı artan korteks hormonları ise hipotalamusu ve hipofiz bezini negatif yönde etkileyerek CRH ve ACTH salınımını baskılar.

## SİNİR SİSTEMİ RAHATSIZLIKLARI

- Sinir sistemi hastalıkları genetik ve çevresel faktörlerin etkisi ile ortaya çıkabilir.
- MS (multipl skleroz), Alzheimer, Parkinson ve epilepsi en önemli sinir sistemi hastalıklarındandır.

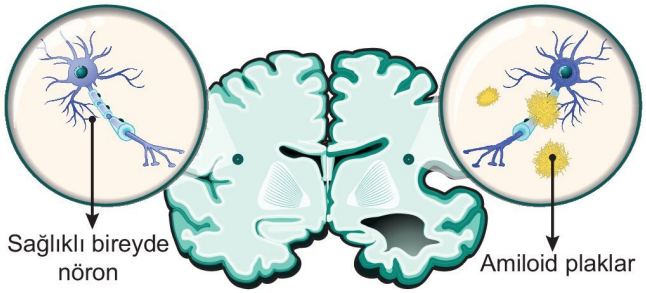
### MS (Multipl skleroz)

- Otoimmün bir hastalıktır.
- Akyuvar hücreleri merkezî sinir sistemindeki nöronların miyelin kılıflarına saldırarak zarar verir. Zarar gören miyelin kılıf bölgelerinde zar direnci azalır, akım kaçakları başlar. Ranvier boğumlar, aksiyon potansiyeli oluşumunda yetersiz kalır.
- Zarar gören kısımlarda plak oluşur ve plak oluşumu nöronlarda elektriksel iletimin kaybolmasına neden olur.
- Uyuşukluk, karıncalanma, çift görme,görme - işitme kaybı ve güç kaybı gibi belirtiler görülebilir.



### Alzheimer

- Asetilkolin adı verilen nörotransmitter maddenin beyinde azalması sonucu oluşur.
- Özellikle hafızadan sorumlu hipokampus bölgesi zarar görür. Hafıza zayıflar ve bozulur.
- Uç beyinde nöron kaybı olur. Nöron aksonunda bulunan bir protein parçalanıp birikir ve toksik etkili amiloid plaklar oluşur. Bu plaklar sinaptik iletimi engeller. Hücre içindeki mikrotübüllerin düzenlenmesinden ve işlevinden sorumlu tau proteinleri yanlış katlanır ve nörofibril düğümleri oluşur. Sonuçta diğer proteinler de yanlış katlanır, nöron yumakları oluşur. Bu yumaklar nöron için toksik etki yapar ve zamanla nöron kaybı yaşanır.
- Beynin bellek faaliyetleri ve buna bağlı olarak konuşma, anlama, planlama becerileri zayıflar.
- Hasta bireyler zaman ve mekân belirlemede zorlanır, aile bireylerini tanıyamaz hale gelebilir.



**Alzheimer hastalığının bazı belirtileri**

### Parkinson

- Sinir sistemindeki tahribat nedeni ile orta beyindeki hücrelerde dopaminin azalması sonucu oluşur.
- Hareketler yavaşlar, denge kaybı, eklemlerde katılık, titreme, konuşma güçlüğü, motor nöron faaliyetlerinde bozulma ve yüz mimiklerinde azalma gibi belirtiler ortaya çıkar.

**Parkinson hastalığının belirtileri**

### Epilepsi (Sara)

- Merkezî sinir sistemindeki nöronların aşırı senkronize elektrik sinyalleri oluşturması sonucu oluşur ve nöbetlere neden olur.
- Nöbet sırasında bilinç kaybı, titreme, ağız köpürmesi gibi belirtiler ortaya çıkar.

**Epilepsinin bazı belirtileri**

### Depresyon

- Beyinde nörotransmitter dengesizliği sonucu oluştuğu düşünülmektedir.
- Depresyon duygusal, zihinsel ve bedensel olarak belirti verir; iştahsızlık, uykusuzluk, mutsuzluk, karamsarlık ve ümitsizlik şeklinde kendini gösterir.
- Bazı kronik hastalıklar, hormonal değişimler ve stres depresyona neden olabilir.
- En yaygını majör (ana) depresif bozukluktur.

**Depresyonun bazı belirtileri**

- Bazı durumlarda depresif bozuklukla birlikte anormal ve sürekli coşkulu ruh halide görülebilir. Bu durum **bipolar bozukluk** olarak adlandırılır.

3D YAYINLARI

## ETKİNLİK 4

Aşağıdaki tabloda bazı salgı bezleri, salgıladıkları hormonlar ve bu hormonların eksikliği sonucu ortaya çıkan hastalıklar verilmiştir.

**Buna göre, numaralarla ifade edilen kısımları doldurunuz.**

| Salgı bezi | Salgıladığı hormon | Oluşan hastalık |
|---|---|---|
| ① | İnsülin | Diyabet |
| Tiroit bezi | ② | Guatr |
| ③ | STH | Akromegali |
| Hipofiz bezi | ④ | Şekersiz şeker |

## ETKİNLİK 5

**Aşağıdaki tabloda hormonlar ve etkileri ile ilgili olarak verilen ifadelerden doğru olanlarının karşısındaki kutucuğu "✔" işareti ile işaretleyiniz.**

| | |
|---|---|
| Açlık durumunda karaciğerdeki ve çizgili kaslardaki glikojenin glikoza yıkımını sağlayarak karaciğer ve çizgili kas hücrelerinden kana glikoz geçişini sağlayan hormon glukagondur. | ☐ |
| Hipofiz bezinden salgılanan TSH miktarının artması tiroit bezinin kalsitonin salgısını artırır. | ☐ |
| Adrenalin ve kortizol vücudu strese hazırlayan hormonlardandır. | ☐ |
| FSH, LH ve ACTH hormonları hipofiz bezinin ön lobunda; oksitosin ve ADH ise hipofiz bezinin arka lobunda sentezlenir. | ☐ |

## ETKİNLİK 6

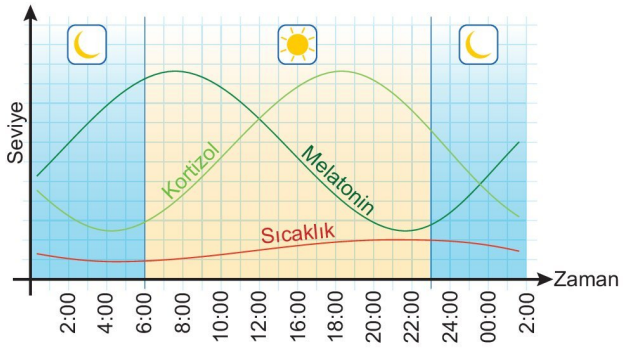
Aşağıdaki tabloda sağlıklı bir bireyde kandaki miktarı eşik değerin altında olan bazı maddeler verilmiştir.

**Buna göre, verilen maddelerin karşısındaki kutucuğa ilgili maddenin kanda eşik değere ulaşmasını sağlamak için artması beklenen hormonları yazınız.**

| Kandaki miktarı eşik değerin altındaki madde | Artması beklenen hormon |
|---|---|
| Su | |
| Glikoz | |
| Sodyum | |
| Kalsiyum | |

## BECERİ TEMELLİ SORU 3

Aşağıdaki grafik, sağlıklı bir bireyin bir günlük zaman diliminde kanındaki kortizol ve melatonin seviyesi ile vücut sıcaklığındaki değişimi göstermektedir.




**Buna göre,**

I. Ortamın karanlık ve aydınlık olması, salgılanan melatonin miktarını etkiler.

II. Kandaki melatonin ve kortizol miktarı değişimi genellikle birbirine zıt olarak gerçekleşir.

III. Vücut sıcaklığında gece saatlerinde hafif azalmalar, gündüz saatlerinde ise hafif artmalar görülebilir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

## BECERİ TEMELLİ SORU 4

Aşağıda bazı hormonların yapıları ile ilgili bilgiler verilmiştir.

**İnsülin:** Polipeptit yapılı bir hormondur.

**Tiroksin:** İyot içeren amino asit yapılı bir hormondur.

**Kortizol:** Steroit yapılı bir hormondur.

**STH:** Polipeptit yapılı bir hormondur.

**Buna göre, verilen hormonlardan hangilerinin eksikliği sonucu oluşan hastalıkların tedavisinde bu hormonların tablet şeklinde ağızdan alınması uygun <u>olmaz</u>?**

A) İnsülin ve STH B) Kortizol ve tiroksin
C) Kortizol ve STH D) İnsülin, kortizol ve STH
E) Tiroksin, kortizol ve STH

**BİRE BİR ÖSYM 4**

**Sağlıklı bir insandaki hormonal sistem ile ilgili,**

I. Hormonlar, salgılandıkları organlardan hedef organlara kan yoluyla taşınır.

II. Bir hormonun bir organı etkileyebilmesi için o hedef organa ait hücrelerde hormonu tanıyan reseptörlerin bulunması gerekir.

III. Bireyin hormonal sistem aracılığıyla bir uyarıya karşı verdiği tepkinin hızı, sinir sistemi aracılığıyla verdiği tepkiye göre daha fazla ve güçlüdür.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**BİRE BİR ÖSYM 5**

Bir tiroit bezi hastalığı olan Hashimoto'da insanın savunma sistemi, tiroit bezi hücrelerine karşı antikor üretir. Bu antikorlar zamanla tiroit bezi hücrelerini yıkmaya başlar.

**Buna göre, Hashimoto hastası bir bireyde;**

I. kandaki TSH seviyesi,

II. kandaki tiroksin miktarı,

III. bazal metabolizma hızı

**verilenlerden hangilerinin zamanla artması beklenir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

**BİRE BİR ÖSYM 6**

Bir biyoloji öğretmeni dersinde konuyu anlatırken "Bu olay televizyonda şifreli bir yayını izlemeye benzer. Merkezden yapılan yayın her televizyona ulaşır ancak sadece şifre çözücüsüne sahip televizyonlarda bu yayın izlenebilir." ifadesini kullanmıştır.

**Öğretmenin yapmış olduğu bu benzetme,**

I. kalp kasının kendi ritmik uyarılarını oluşturarak kasılıp gevşemesi,

II. çizgili kas hücrelerinin motor nöronlar sayesinde uyarılması,

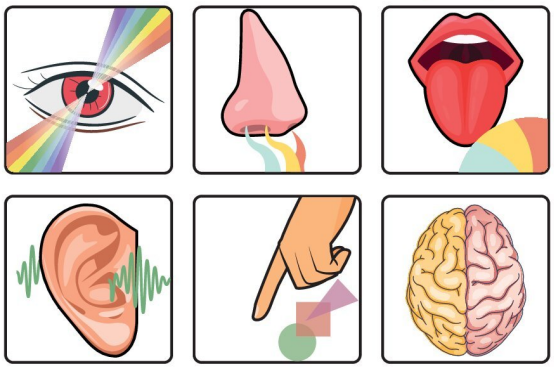
III. kana salgılanan hormonların sadece bazı vücut hücrelerinde etki göstermesi

**biyolojik olaylarından hangileriyle ilişkilendirilebilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

## DUYU ORGANLARININ YAPISI VE İŞLEYİŞİ



- Çevreden gelen uyarıları algılayan organlara **duyu organları** denir.
- Duyu organları duyu reseptörlerini bulundururlar.
- Dış çevreden gelen uyarıları alan reseptörlere **dış reseptör**, iç çevreden gelen uyarıları alan reseptörlere ise **iç reseptör** denir. Örneğin koku ve tat algılayan reseptörler dış, kanın pH değişimlerini algılayan reseptörler ise iç reseptördür.
- Reseptörler uyarıları alır. Alınan uyarılar duyu nöronlarına iletilir ve impuls oluşur. İmpulslar duyu nöronları ile beynin ilgili merkezlerine iletilir, yorumlanır ve tepki oluşturulur.
- Duyu reseptörleri algıladıkları uyarı türüne göre mekanoreseptör, termoreseptör, ağrı reseptörü, kemoreseptör ve elektromanyetik reseptör olarak gruplandırılır.
- Mekanoreseptörler deride ve kulakta bulunan, hareket, dokunma, basınç, gerilme gibi uyarıları algılayan reseptörlerdir.

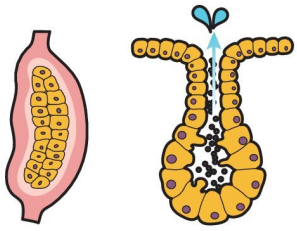
- Ağrı reseptörleri aşırı şiddette sıcaklık, basınç ve kimyasal uyaranlara duyarlı olan bazı serbest sinir uçlarıdır. Deride yoğun olarak bulunan bu reseptörler beyin hariç tüm organlarda da vardır.
- Termoreseptörler, soğuk ve sıcak gibi ısı değişimlerini algılayan, deri, dil gibi organlarda bulunan reseptörlerdir.
- Elektromanyetik reseptörler elektromanyetik enerjinin farklı formlarını (manyetizma, elektrik, ışık gibi) saptar. Gözdeki fotoreseptörler, ışığa karşı duyarlı reseptörler olup bu reseptörler bir elektromanyetik reseptör çeşididir.
- Kemoreseptörler kimyasal maddelere karşı duyarlı reseptörler olup koku ve tadın oluşmasında görevli olanları dış; beyinde yer alan ve susuzluk hissinin oluşmasında görevli olan ozmoreseptörler iç kemoreseptörlerdir.

### Deri

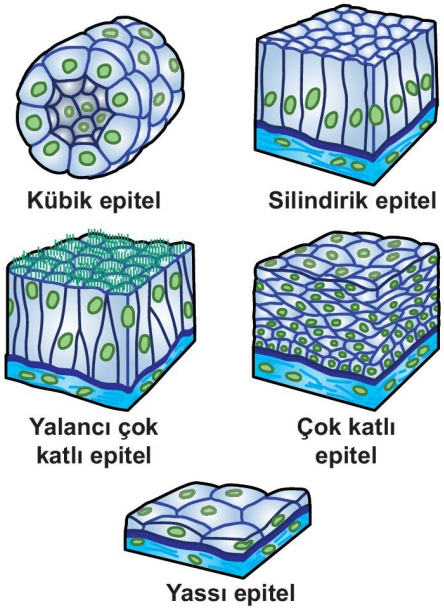
- Dokunma duyusu organıdır.
- Vücudu ultraviyole ışınların, kimyasal maddelerin ve fiziksel etkilerin zararlarına karşı korur.
- Vücut savunmasının birinci hattında yer alır, mikroorganizmaların vücuda girmesini önler.
- Terleme ile zararlı maddelerin atılmasını sağlayarak boşaltıma yardımcı olur.
- Vücut sıcaklığının düzenlenmesinde görev yapar (ter bezleri, kan damarları ve yağ bezleri yardımı ile).
- Derinin yapısında epitel doku ve bağ doku olmak üzere iki çeşit doku bulunur.

### Epitel Doku

- Vücudun dışını, vücut içindeki boşlukların iç yüzeyini ve organları çevreleyen dokudur.
- Epitel doku hücreleri sık dizilimli ve birbirleriyle bağlantılı olup hücreler arası boşluk çok azdır ya da yoktur.
- Epitel dokunun hücreleri arasında kan damarı bulunmaz. Bu doku bağ dokudan difüzyonla beslenir.
- Epitel doku hücrelerinin bölünme hızı yüksektir.
- Epitel doku vücudu mekanik etkilere ve mikrop girişine karşı korur, sıvı kaybını engeller.
- Görevlerine göre salgı epiteli, duyu epiteli ve örtü epiteli olmak üzere üç çeşidi vardır:
  - **Duyu epiteli:** Duyu organlarında bulunan ve dış ortamdan gelen uyarıları alıp nöronlara ileten epitel çeşididir.
  - **Salgı epitel:** Salgı yapma işlevini üstlendiğinden bu epitele **bez epiteli** de denir.




- **Örtü epitel:** Vücudu ve vücut boşluklarını örter. Hücreleri tek katlı, çok katlı ve yalancı katlı tabaka şeklinde olabilir. Tek katlı örtü epitelinin hücreleri yassı, kübik ve silindirik yapılı olabilir. Kılcal damarların yapısındaki epitel tek katlı yassı; böbrek tüplerinin yapısındaki epitel tek katlı kübik; bağırsağın iç yüzeyindeki epitel ise tek katlı silindirik epiteldir.




- Yalancı çok katlı epitel hücreleri farklı boyda olabilir. Işık mikroskobunda çekirdekleri farklı seviyede göründüğü için bu ismi alır. Solunum yollarında bulunan çeşidi aynı zamanda sillidir.
- Çok katlı örtü epitelinde hücreler üst üste sıralanmış olup tabandaki hücreler bölünerek çoğalır ve vücut yüzeyine doğru çıkar. Bu epitel hücrelerinin kendini yenileme hızı yüksektir. Deri, ağız, anüs ve mesanedeki epitel doku çok katlı örtü epitelidir.

### Bağ Doku

- Hücreler, proteinler, ara madde ve protein liflerden oluşan, birçok doku ve organı bir arada tutan ve destekleyen dokudur.
- Protein lifler ve ara madde hücre dışı matriksi oluşturur. Matriks hücrelerle kan arasında madde alışverişini sağlar.
- Ara maddesinde protein yapılı kolajen, elastik ve retiküler (ağsı) lifler bulunur.

3D YAYINLARI

- Bağ dokunun hücreleri fibroblastlar, makrofajlar, mast hücreleri, plazma hücreleri, yağ hücreleri ve lökositlerdir. Bu hücrelerden fibroblastlar ve elastik lifler dokuya bağlanma, esneklik ve direnç kazandırmada, fibroblastlar ayrıca yaralı dokunun onarımında, makrofajlar vücut savunmasında, mast hücreleri doku yaralanmasına verilen tepkide görev alır.
- Kemik, kıkırdak, kan ve yağ doku farklı özellikte matrikse sahip bağ doku içerir.
- Deride gevşek bağ doku bulunur. Bu doku epitel dokuyu diğer dokulara bağlar.

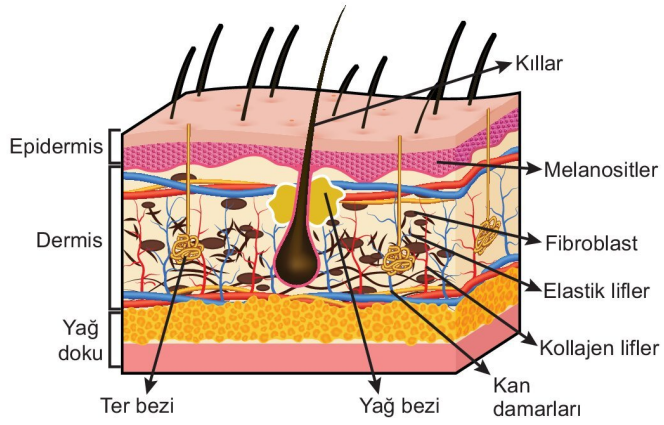
**NOT**

Mast hücrelerinin salgıladığı heparin damardaki kanın pıhtılaşmasını engelleyen, histamin ise kılcal damarların geçirgenliğini artıran kimyasal maddelerdir.

- Deri temel olarak epidermis ve dermis olmak üzere iki kısımda incelenir.

### Epidermis (Üst deri)

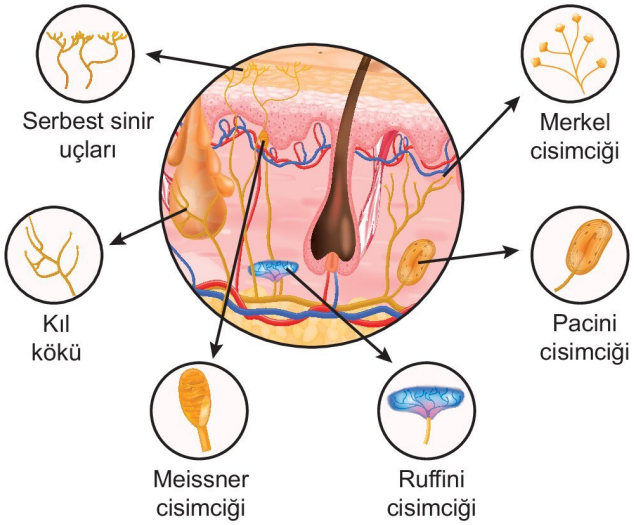
- Çok katlı epitelden oluşan üst deriye **epidermis** denir.
- Epidermisin en üst kısmında bulunan ve keratin proteini içeren hücreleri ölüdür. Vücudu dış etkilere karşı koruyan bu tabakaya **korun tabakası** denir. Saç, tırnak gibi yapılar korun tabakasından oluşur.




- Korun tabakasının altında, canlı hücrelerden oluşan ve melanosit hücrelerini içeren tabakaya **Malpighi tabakası** denir. Melanosit hücreleri korun tabakasının altındaki silindirik epitel hücrelerinin arasında yer alır. Bu hücreler deriye renk veren melanin pigmentini bulundurur.
- Üst derinin kalınlığı vücudun her yerinde aynı olmayıp topuk ve avuç içi gibi kısımlarda daha kalındır.

### Dermis (Alt deri)

- Gevşek bağ dokudan oluşan, epidermisin altında bulunan alt deriye **dermis** denir.
- Dermis kıl kökleri, serbest sinir uçları, kan damarları, ter ve yağ bezleri, duyu reseptörleri, kolajen ve elastik lifler içerir.
- Kan damarları deriyi besler.
- Ter bezleri kıl kökleri ile bağlantılıdır.
- Ter bezleri terlerme ile boşaltımı sağlar ve vücut sıcaklığının düzenlenmesinde görev yapar.
- Yağ bezleri derinin nemli kalmasını sağlar.
- Kıl kökü ve kıllar hareketi ve dokunmayı algılar.
- Serbest sinir uçları ağrı reseptörü olarak görev yapar. Ayrıca aşırı sıcak, iltihaplanma ve dokunmaya karşı hassastır.
- Alt derinin altında bulunan deri altı tabakası derinin bir parçası olmayıp yağ deposu olarak görev yapar. Deri, alt deriden uzanan liflerle deri altı tabakasına bağlanır.
- **Derideki reseptörler ve görevleri:**
  - Meissner cisimcikleri ve Merkel diskleri dokunmada görevli mekanoreseptörlerdir. Merkel diskleri de sinir ucudur.
  - Krause cisimciği soğuğu, dokunmayı ve basıncı algılayan sinir uçlarıdır.
  - Ruffini cisimciği gerilme ve basıncı algılar. Ayrıca kaslardan aldığı bilgiler doğrultusunda sinir sisteminin vücudun pozisyonu hakkında bilgi edinmesine yardım eder.
  - Pacini cisimciği basınca ve titreşime duyarlı mekanoreseptördür. Ayrıca eklem ve kaslardan alınan bilgiyle sinir sisteminin eklem rotasyonu hakkında bilgi edinmesine yardım eder.




**NOT**

Merkel diskleri daha çok kıllı deride bulunurken meissner cisimcikleri kılsız deride bulunur. Merkel diskleri sürekli dokunma ve baskıyı algılarken meissner cisimcikleri dokunmanın başlangıcını ve düşük frekanslı titreşimleri algılar.

3D YAYINLARI

**Shorts 4**

**Görme engelli bireylerde kullanılan Braille Alfabesi nasıl çalışır?**

**NOT**

Derinin yapısındaki salgı bezlerinin ve reseptörlerin vücuttaki dağılımı homojen değildir.

Ayak tabanı ve avuç içinde yağ bezi bulunmazken yüzde, kafada ve alında yağ bezi fazladır.

Dokunmayı algılayan reseptörler parmak uçlarında, basıncı algılayan reseptörler ise ayak tabanında yoğunlaşmıştır.

Hafif dokunmaya ve titreşime duyarlı reseptörler deri yüzeyine yakın bulurken kuvvetli basınç ve titreşimi algılayan reseptörler daha derindedir.

**NOT**

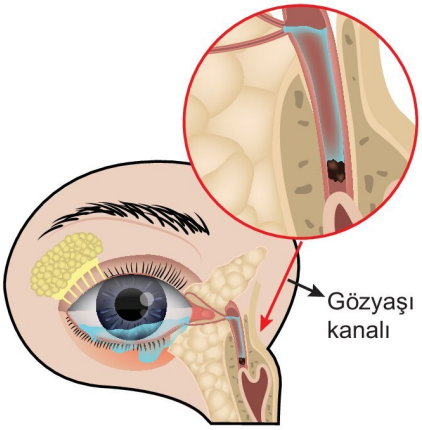
Epitel doku hücreleri sürekli bölünerek yenilendiğinden ve kanserojen etkilere fazlaca maruz kaldığından deri kanser görülme olasılığı en fazla olan dokulardandır.

**NOT**

Meissner cisimcikleri, krause cisimciği ve ruffini cisimcikleri kapsüllü reseptörlerdir.

## Göz

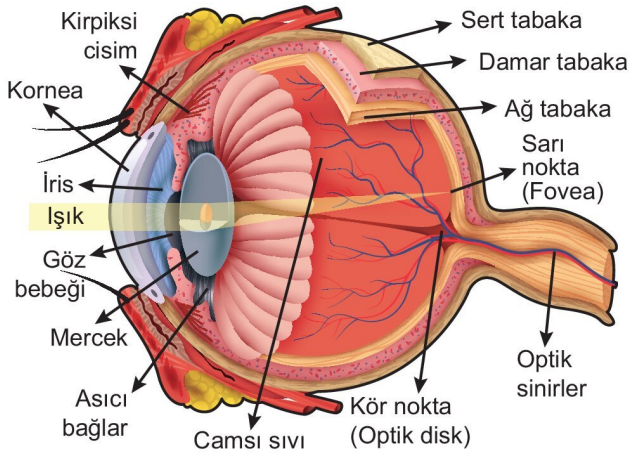
- Görme duyu organıdır.
- Tüm vücuttaki duyu reseptörlerinin yaklaşık %70'i gözde bulunur.
- Yardımcı yapılardan ve görmeyi sağlayan yapılardan oluşur.
- Yardımcı yapılar kaşlar, kirpikler, gözyaşı bezleri, göz kapakları ve dış göz kaslarıdır.
  - Gözyaşı bezleri mukus, antikor ve lizozim enzimi içerikli sıvı sayesinde mikroorganizmaları etkisiz hale getirir. Gözyaşı sıvısı ayrıca göz yüzeyinin nemli kalmasını sağlar. Bu salgı birikerek burun boşluğuna akar.
  - Göz kasları göz küresinin eş güdümlü hareketini sağlar.




- Göz küresi, dıştan içe doğru sert tabaka (sklera), damar tabaka (koroit) ve ağ tabaka (retina) olmak üzere üç tabakadan oluşur.

### Sert Tabaka

- Gözün dış kısmında bulunan ve bağ dokudan oluşan tabakadır.
- İçi sıvı dolu küre şeklinde bir yapıdır.
- Gözü dış etkilerden korur.
- Göz küresine şekil verir.
- Göz kaslarının tutunduğu tabakadır.
- Kılcal kan damarı bulundurmaz.
- **Göz akı** adı da verilir.
- Gözün ön kısmına doğru şişkinleşerek saydamlaşır ve ışığın kırılmasını sağlayan **korneayı (saydam tabaka)** oluşturur.
- Göze gelen ışığı ilk kıran ve ışığın göz merceğine ulaşmasını sağlayan tabakadır.

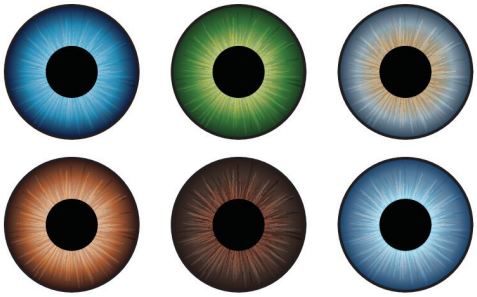



### Damar Tabaka

- İçerdiği kan damarları ile gözün beslenmesini sağlar.
- Bulundurduğu melanositlerin ürettiği kahverengi pigment sayesinde koyu renklidir.
- Bu tabakada iris, göz bebeği ve göz merceği adı verilen yapılar vardır.

### İris

- Göze renk veren pigmentlerin bulunduğu tabakadır.
- İçerdiği melanin pigmentlerinin miktarı ve dağılımı göz renginin oluşmasını sağlar.



- Yapısında düz kaslar vardır.
- İris kasılıp gevşeyerek göz bebeğinin büyüklüğünü ayarlar.
- Parlak ışıkta iris büzülür ve göz bebeği küçülür.

3D YAYINLARI

### Göz Bebeği (Pupilla)

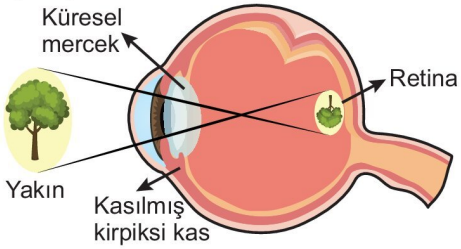
- Göze giren ışık miktarını ayarlar.
- İris kaslarının kasılıp gevşemesi ile büyüyüp küçülür.
- Az ışıkta göz bebeği büyür.

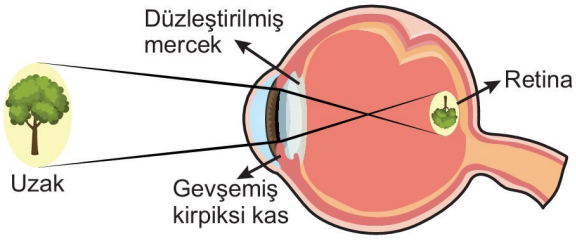
### Göz Merceği (Lens)

- İrisin arkasında bulunan ince kenarlı mercektir.
- Göze gelen ışığı kırarak ağ tabakadaki sarı benekte toplanmasını sağlar.
- Damar tabakanın iris etrafında kalınlaşması ile oluşan düz kas içerikli yapıya **kirpiksi cisim** denir.
- Göz merceği **asıcı bağlar (mercek bağları)** adı verilen düz kaslarla kirpiksi cisme bağlanır.
- Asıcı bağlar ile kirpiksi cisimdeki düz kasların kasılıp gevşemesi ile merceğin kalınlığı ayarlanarak göz uyumu gerçekleştirilir.

➜ Cismin göze olan uzaklığına bağlı olarak göz merceğinin kalınlığının ayarlanması ile net görmenin sağlanmasına **göz uyumu** denir.

- Yakındaki cisme odaklanırken kirpiksi cisimdeki kaslar kasılır, asıcı bağlar gevşer, mercek küre biçimini alır, göz bebeği küçülür.
- Uzaktaki cisme odaklanırken ise kirpiksi cisimdeki kaslar gevşer, asıcı bağlar kasılır, mercek yassılaşır, göz bebeği büyür.




**NOT**

Saydam tabaka ile iris arasındaki boşluğa **ön oda**, iris ile mercek arasındaki boşluğa **arka oda** denir. Bu boşluklar kirpiksi cismin salgıladığı sıvı ile doludur. Bu sıvı göze şekil verir, saydam tabakanın ve merceğin beslenmesini sağlar. Mercek ile retina arasındaki boşluk ise **karanlık oda** adını alır. Bu boşluk **camsı cisim** adı verilen sıvı ile dolu olup bu sıvı gözün şeklini sabitler.

**NOT**

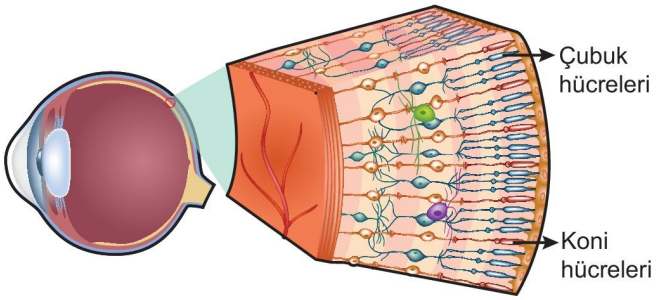
Damar tabakada bulunan melanin pigmentleri fazla ışığı emerek gözün içindeki ışık yansımalarını ve ışık saçılmalarını önler.

### Ağ Tabaka

➜ Işığı algılayan fotoreseptörlerin ve görme sinirlerinin bulunduğu tabakadır.

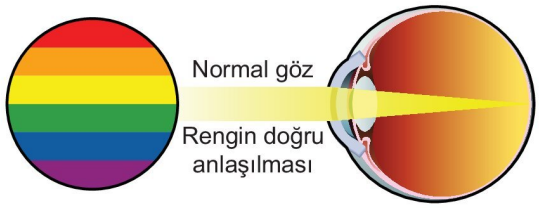
➜ Fotoreseptörlerin koni ve çubuk hücreleri olmak üzere iki çeşidi vardır.

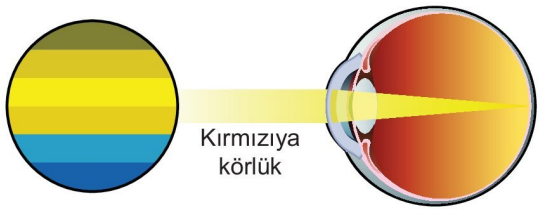
➜ Ağ tabakada koni hücrelerinden yaklaşık 20 kat fazla çubuk hücresi vardır.




➜ **Koni hücreleri** parlak ışıkta ayrıntılı ve renkli görmeyi sağlar.

- Koni hücrelerinin ışığa hassasiyeti düşüktür ancak çubuk hücrelerine göre daha hızlı tepki verirler.
- Koni hücrelerinin her biri farklı dalga boylarına sahip ışığı absorbe eden farklı moleküllere sahiptir. Işık bu farklı pigmentler tarafından absorbe edildiğinde beyin farklı koni hücrelerinden gelen uyarıları bir dizi renk olarak algılar.
- Mavi, yeşil ve kırmızı ışığı algılamak üzere özelleşmiş olan üç çeşit koni reseptörü vardır.
- Mavi, kırmızı ve yeşil dışındaki renkler koni reseptörlerinin birlikte ve farklı yoğunluklarda çalışmaları ile algılanır.
- Koni reseptörlerinin eksikliği sonucu oluşan genetik hastalığa **renk körlüğü** denir. En sık görülen renk körlüğü X kromozomunda çekinik bir gen ile taşınan kırmızı yeşil renk körlüğü olup bu hastalıkta bireyler çoğu zaman sadece loş ışıkta kırmızıyı yeşilden ayırt edemez.




**NOT**

Üç çeşit koniden sadece birine sahip bireyler tam renk körü olup bu bireyler sadece gri tonlarında görür.

3D YAYINLARI

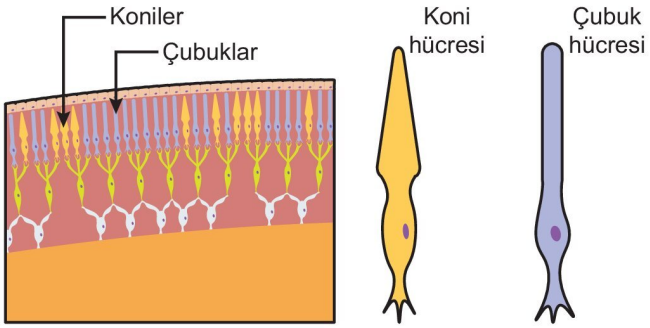
- **Çubuk hücre**leri renklere karşı duyarlı olmayan ve ışığa hassasiyeti yüksek olan hücrelerdir. Cisimlerin siyah-beyaz (gri ve tonları) ve kaba taslak algılanmasını sağlar.
  - Çubuk hücreleri az ışıkta bile çalışabilirler. Bu özellikleri onları gece görüşüne ve çevresel görüşe uygun hale getirir. Ancak netlik düşüktür. Ürettikleri rodopsin pigmenti sayesinde az ışıkta bile cisimlerin şeklinin algılanmasını sağlar.

**NOT**

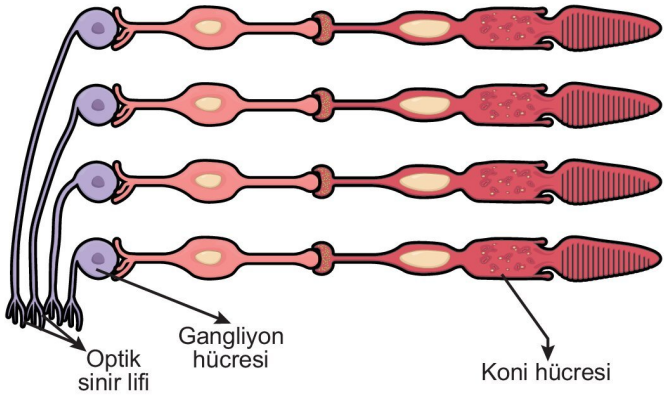
Rodopsin karanlıkta üretilip ışık varlığında yıkılan ve A vitamini içeren bir moleküldür. Karanlıktan aydınlığa aniden çıkıldığında gözün bir süre aydınlığa alışması gerekir. Bu duruma **göz kamaşması** denir. A vitamini eksikliğinde rodopsinin yeteri kadar üretilememesi gece körlüğüne neden olabilir. Gece körlüğünde ışığın az olduğu ortamda görme alanı ve görme keskinliği azalır.

- Retinada koni reseptörlerinin yoğun olarak bulunduğu ve ışınların toplandığı bölgeye **sarı nokta (fovea)** denir.
- Sarı noktanın çevresinde çubuk reseptörleri, merkezinde ise koni reseptörleri yoğun olarak bulunur. Bu nedenle yan taraftan yavaş yavaş gözün ön kısmına doğru getirilen bir cismin önce şekli, sonra rengi algılanır.

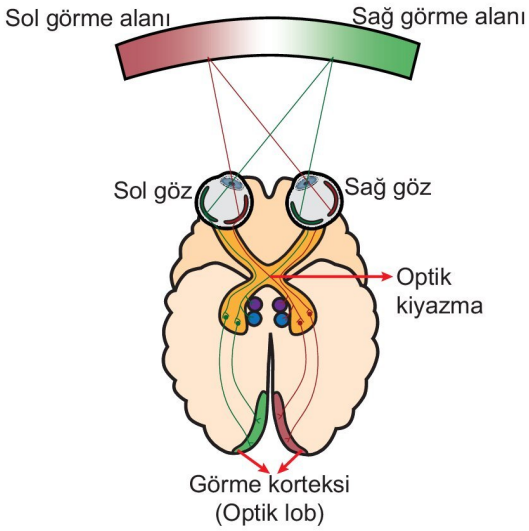
  Cisimlerin net renginin algılanması için üzerine, şeklinin algılanması için çevresine odaklanmak da bu nedenle uygundur.

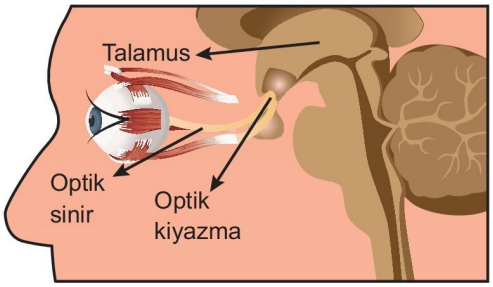



- Görme sinirleri olan optik sinirlerin göz küresinden çıktığı bölgeye **kör nokta (optik disk)** denir. Kör noktada fotoreseptör yoktur. Bu nedenle kör noktada görüntü algılanmaz.
- Retinada impuls oluşumunda görevli nöronlar ve gangliyon hücreleri de vardır. Gangliyon hücrelerinin aksonları birleşip optik sinirleri oluşturur. Her iki gözden gelen optik sinirlerin birleştiği beyin kabuğu bölgesine **optik kiyazma** adı verilir.




- Optik kiyazmada her iki gözün sol görme alanındaki görüntülerin impulsları sağ optik loba; sağ görme alanındaki görüntülerin impulsları ise sol optik loba iletilir. Optik sinirlerin aksonlarının bir kısmı optik kiyazmada çaprazlanır, sağ ve sol görme alanlarından elde edilen görüntüler beyindeki ilgili görme alanına iletilir.




Görme olayı sırasında;

- Göze gelen ışınlar ilk olarak korneada kırılır.
- Işınlar göz bebeğinden geçerek göz merceğine iletilir.
- Göz merceği ışığı ikinci kez kırar ve sarı beneğe düşürür. Sarı beneğe düşen görüntü terstir.
- Sarı benekteki fotoreseptörler uyarılır ve impuls oluşur.
- İmpuls görme sinirleri ile talamus üzerinden beyin kabuğunun oksipital lobundaki görme merkezine iletilir ve burada değerlendirilerek net, düz ve renkli görme sağlanır.

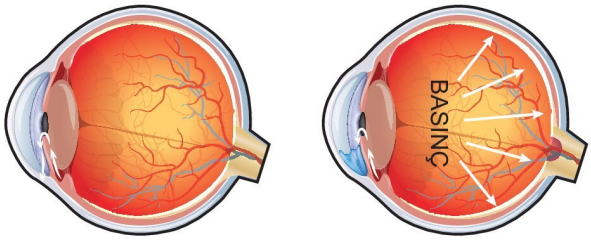
**NOT**

Görme korteksi her iki gözden iletilen görüntüleri birleştirir, üç boyutlu görmeyi sağlayan derinlik algısını oluşturur.

YAYINLARI

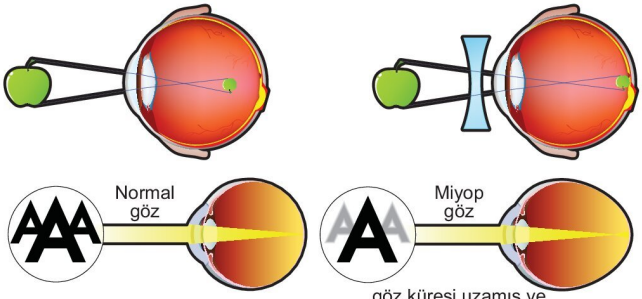
## Göz Kusurları ve Göz Hastalıkları

**Göz Tansiyonu (Glokom):** Gözün içini dolduran camsı sıvı miktarının aşırı artması nedeni ile oluşur. Gözü besleyen kan damarları daralır, retina hücreleri ve optik sinirler beslenemez ve zamanla ölür.




Normal Göz — Glokom

**Miyopi:** Uzağı net görememe kusurudur.




göz küresi uzamış ve uzaktaki figürler bulanık görünüyor

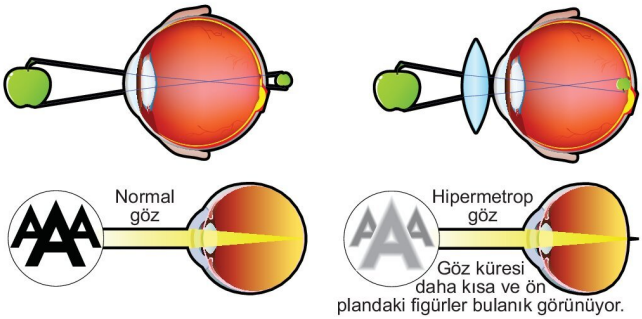
**Nedenleri:**

- Göz yuvarlağının üstten alta doğru basık olması,
- Göz yuvarlağının önden arkaya doğru çapının normalden uzun olması,
- Merceği ayarlamaktan sorumlu olan kirpiksi kasların çok kuvvetli kasılması,
- Göz merceğinin normalden şişkin olması

➜ Görüntü retinanın önüne düşer.

➜ Net görme için kalın kenarlı (içbükey) mercek kullanılır.

**Hipermetropi:** Yakını net görememe kusurudur.




Göz küresi daha kısa ve ön plandaki figürler bulanık görünüyor.

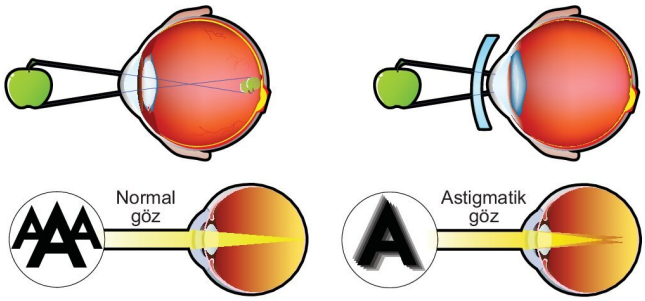
**Nedenleri:**

- Göz yuvarlağının önden arkaya doğru basık olması,
- Göz yuvarlağının önden arkaya doğru çapının normalden kısa olmalı,
- Göz merceğinin normalden ince olması

➜ Görüntü retinanın arkasına düşer.

➜ Net görme için ince kenarlı (dışbükey) mercek kullanılır.

**Astigmatizm:** Uzağı ve yakını bulanık görme kusurudur.



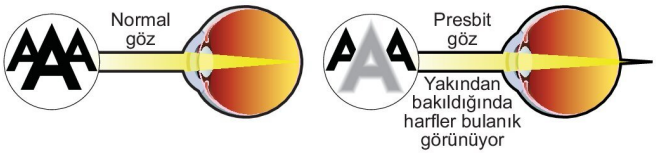

**Nedeni:**

- Mercek ya da kornea yüzeyinde meydana gelen pürüzlenme

➜ Işınlar retinada birden fazla yere odaklanır.

➜ Net görme için silindirik mercek kullanılır.

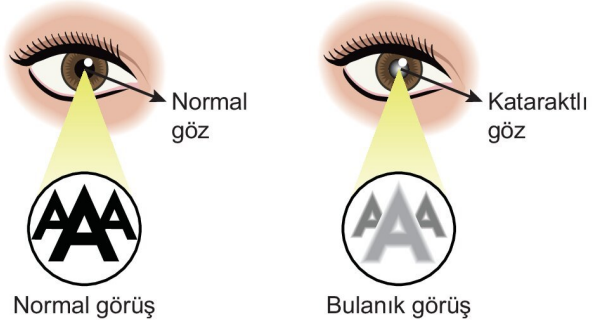
**Presbitlik:** Yaşın ilerlemesine bağlı olarak merceğin esnekliğini kaybetmesi ve göz uyumunun yapılamaması sonucu oluşur.




➜ Yakını net göremezler.

➜ Net görme için ince kenarlı mercek kullanılır.

**Katarakt:** Göz merceğinin saydamlığının kaybolması sonucu oluşan bulanık görmedir.




Normal görüş — Bulanık görüş

➜ Ameliyat ile düzeltilir.

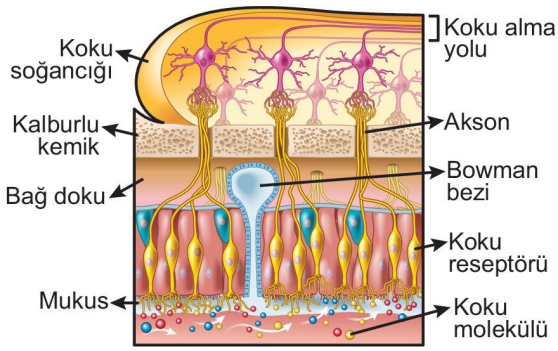
3D YAYINLARI

**Şaşılık:** Göz kaslarının uyumsuz kasılması ile oluşur.

- Ameliyat ile düzeltilebilir.

### Burun

- Koku alma duyu organıdır.
- Aynı zamanda solunum organıdır. Alınan havayı temizler, ısıtır ve nemlendirir.
- Burun boşluğunun üst tarafında koku reseptörlerinin bulunduğu kısma **sarı bölge (koku alanı)** denir.




- Uç kısmında siller bulunan kemoreseptörlerin silleri burun boşluğundaki mukusa uzanır.
- Kemoreseptörlerin aksonları beyinde bulunan koku soğancığına uzanıp koku sinirleri ile sinaps yapar.
- Koku molekülleri etrafa yayıldığında burun deliklerinden girerek Bowman bezlerinden salgılanan mukus içinde çözünür.
- Kemoreseptörlerin mukus sıvısının içine kadar uzanan dendritlerinin sil şeklindeki uzantıları uyarıyı alır ve impuls oluşur.
- İmpulslar beyindeki koku soğancığına iletilerek talamusa uğramadan beyin kabuğunun koku merkezine taşınır.
- Koku merkezinde değerlendirilir ve koku algılanır.

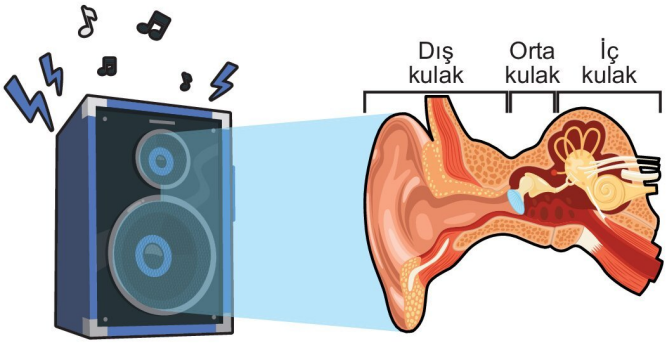
**NOT**

Burundaki kemoreseptörler epitel hücresi değil sinir hücresi uzantılarıdır.

- Koku reseptörleri çabuk yorulduğundan uzun süre aynı kokuya maruz kalındığında impuls üretimi azaltılarak durdurulur.
- Nezle ve grip gibi hastalıklarda mukus salgısı arttığından koku reseptörlerinin uyarılması zorlaşır ve koku algılanamayabilir.
- Burun ile nefes almak daha sağlıklıdır. Çünkü alınan hava burundaki kıllarla süzülür, kılcal damarlar sayesinde ısıtılır ve nemlendirilir.

### Kulak

- İşitme ve denge organıdır.
- Kulakta işitme olayı sırasında oluşan impulslar beyne, dengenin sağlanması ile ilgili oluşan impulslar ise beyinciğe iletilir.
- Kulak dış, orta ve iç kulak kısımlarından oluşur.



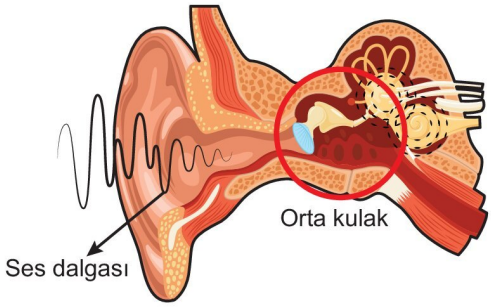

### Dış Kulak

- Kulak kepçesi ile kulak zarı arasındaki kısım olup kulak kepçesinden zara kadar olan kısmına **kulak yolu** denir.
- Kulak kepçesi ve kulak yolu ses dalgalarını toplayıp zara iletir.
- Kulak yolunun salgıladığı sıvı kulağa giren toz ve yabancı maddeleri tutar.
- Kulak zarı, gelen ses dalgalarını titreştirerek orta kulağa iletir.

**NOT**

Kulak zarı, gelen ses dalgalarının gücünü değiştirmeden orta kulağa aktarır.

### Orta Kulak




- Kulak zarı ile oval pencere arasındaki kısımdır.
- Çekiç, örs ve üzengi kemiklerini bulundurur.
- Kulak zarının aktardığı ses dalgalarını güçlendirerek iç kulağa iletir.
- Sesin iletimi sırasında oluşan basıncın kulak zarına zarar vermesini engelleyen östaki borusu orta kulak ile yutak arasında uzanır. Östaki borusunun yutağa açılan kısmında bir kapak vardır. Bu kapak esneme, yutkunma gibi olaylar sırasında açılır.
  - Yükseklik değişimlerinin kulakta oluşturduğu basıncı dengelemek için yutak kısmındaki kapak açılır ve atmosfer basıncı ile orta kulak basıncı dengelenir.

**Shorts 5**

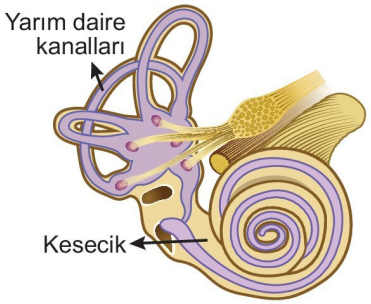
**Umami tadına sahip yiyecekler nelerdir?**

- Ağızdaki bakteriler orta kulağa ulaşarak orta kulak iltihabı yapabilir. Bebeklerde ve küçük çocuklarda östaki borusu kısa olduğundan orta kulak iltihabı daha sık görülür.

3D YAYINLARI

### İç Kulak

- İçi sıvı dolu salyangoz (kohlea), tulumcuk, kesecik ve yarım daire kanallarından oluşur.



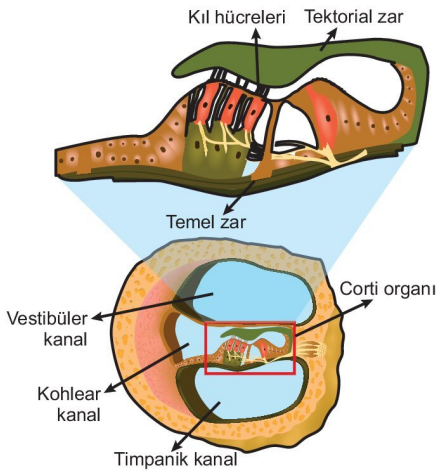

- Orta kulak ile bağlantısını oval pencere sağlar.
- Oval pencerenin iç kulağa bakan kısmında tulumcuk ve kesecik bulunur.
- Tulumcuk yarım daire kanalları ile bağlantılıdır.
- Keseciğin ucunda salyangoz yer alır.
- İç kulak hem işitme hem de denge ile ilgili yapıları bulundurur.

### Salyangoz

- Üstte vestibüler, altta timpanik ve ortada kohlear kanal olmak üzere üç kanaldan oluşur.
- Kohlear kanal vestibüler ve timpanik kanalların arasında zarlarla ayrılmıştır.
- Vestibüler kanal oval pencereye, timpanik kanal ise yuvarlak pencereye açılır.
- Kohlear kanalın tabanındaki temel zarın üzerinde basınç dalgalarını aksiyon potansiyele dönüştüren **corti organı** vardır. Corti organı basınç dalgalarıyla zar potansiyeleri değişebilen kıl hücrelerini içerir.
- Kıl hücrelerinin üzerinde bağlantılı oldukları çatı zar (tektorial zar) bulunur.

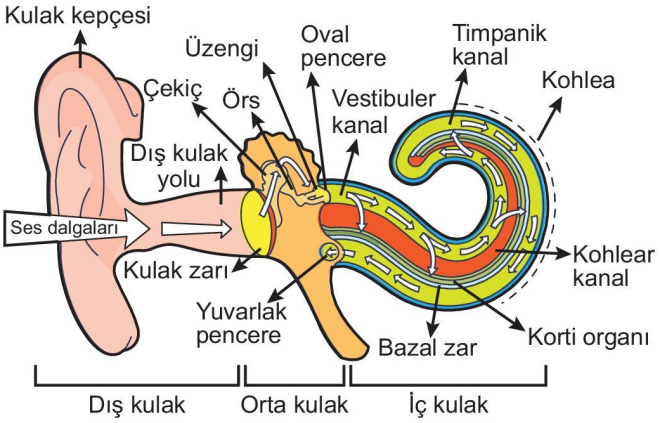
**NOT**

Vestibüler ve timpanik kanalların içi perilenf sıvısı ile, kohlear kanalın içi ise endolenf sıvısı ile doludur.



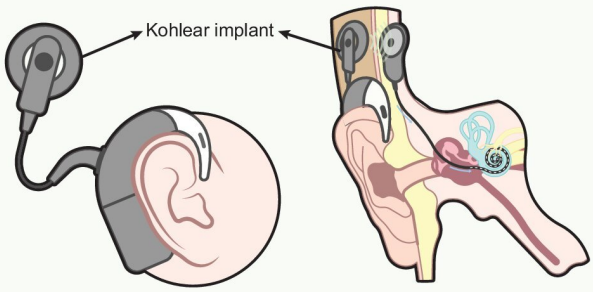

İşitmede sırasıyla şu olaylar gerçekleşir:

- Kulak kepçesi ile toplanan ses dalgaları kulak yolundan geçerek kulak zarını titreştirir.
- Kulak zarından gelen ses titreşimleri çekiç, örs ve üzengi kemikleri ile güçlendirilerek oval pencereye iletilir.
- Vestibüler kanaldaki perilenf sıvısında oluşan basınç dalgaları timpanik kanala geçerek yuvarlak pencereye çarpar ve yok olur (Bu sayede yeni titreşimleri algılamak için iç kulak hazırlanır).
- Vestibüler kanaldaki basınç dalgaları kohlear kanalı ve temel zarı aşağı doğru itip titreştirir.
- Kohlear kanal ve temel zarın titreşmesi, tüylü duyu hücrelerinin çatı zara temas edip uzaklaşmasına neden olur.
- İşitme aralığının altındaki frekanslara sahip sesler mekanoreseptörlerde uyarı oluşturmaz.
- İşitme aralığındaki sesler kohlear kanaldan geçerek temel zarı titreştirir ve kıl hücrelerinin zar potansiyeli değişir.
- Kıl hücrelerinden nörotrasmitter salgılanır ve duyu nöronlarında impuls oluşur. Oluşan impulslar işitme sinirlerine aktarılır.
- İşitme sinirleri impulsları önce talamusa sonra da beyin kabuğunun işitme merkezine iletir.
- İşitme merkezine gelen impulslar ses olarak algılanır.




**NOT**

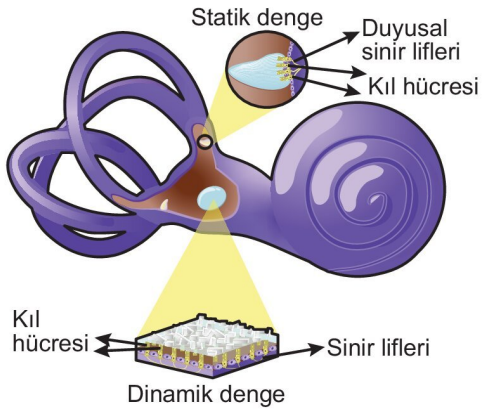
Dış kulak, orta kulak ya da iç kulak kaynaklı nedenlerden dolayı kulakta ortalama değerlerin altında işitme fonksiyonunun belirlenmesine **işitme kaybı** denir. İç kulaktaki işitme kayıpları kohlear implant ile düzeltilebilir. Kohlear implant sesleri kodlanmış elektriksel sinyallere dönüştürüp işitme sinirlerini uyarır.




YAYINLARI

**Tulumcuk, kesecik ve yarım daire kanalları:**

- Denge ile ilgili yapıların bulunduğu iç kulak kısımlarıdır.
- Yarım daire kanalları dinamik dengeden, tulumcuk ve kesecik ise statik dengeden sorumludur.
- Yarım daire kanalları üç farklı düzlemde birbirine dik açılarda yerleşmiş üç kanaldır.
- Bu kanalların şişkin taban kısımlarında kıl hücreleri demeti bulunur.
- Kıl hücrelerinin kılları **kupula** denilen jöle benzeri bir yapıda yer alır.



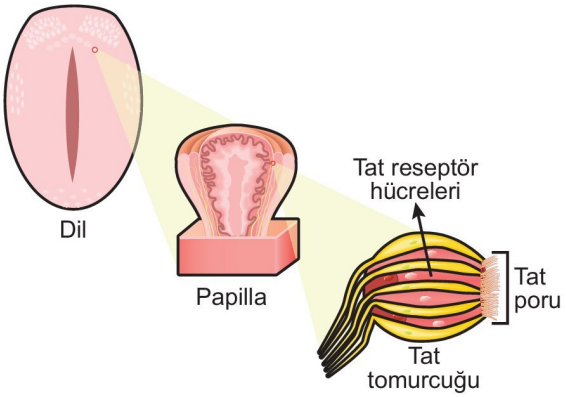

- Baş hareket ettiğinde yarım daire kanalları ve bu kanalların içindeki endolenf sıvısı hareketlenir ve kupulaya baskı yapar kıl hücreleri bükülür.
  - Kıl hücrelerinin bükülmesi sinir hücrelerinde impuls oluşturur.
  - Oluşan impulslar beyne ve beyinciğe iletilince vücut pozisyonu ayarlanır ve denge sağlanır.
- Yarım daire kanallarının altında, tulumcuk ve keseciğin bulunduğu kısma **dalız** denir.
  - Tulumcuk ve kesecik bireyin yerçekimine ve doğrusal hareketlere göre konumunun ayarlanmasında görevlidir.
  - Tulumcuk ve kesecikte jöle benzeri bir membran içine gömülü kıl hücreleri bulunur.
  - Jölemsi sıvıda kalsiyum karbonattan oluşan **otolit** adı verilen denge taşları bulunur.
  - Jelimsi otolit zarın hareketi sayesinde kıl hücrelerinin pozisyonu değişir. Bu sayede sinir hücrelerinde impuls oluşur. Uyarılar beyin sapındaki refleks merkezinde değerlendirilir. Böylece başın yer çekimine göre konumu ve doğrusal hareketindeki ivme algılanmış olur.

**NOT**

Kendi etrafında dönen bir bireyde yarım daire kanallarındaki endolenf sıvısı hareket ettiği için denge bozulur ve başı döner. Bu birey hareketsiz kalsa da bir süre daha dönüyormuş gibi hisseder. Çünkü endolenf hareketine devam eder. Dönme yönünün tersine birkaç dönüş yapmak dengenin daha hızlı sağlanmasına yardımcı olabilir.

## Dil

- Tat alma duyu organıdır.
- Dilde ve ağızda bulunan özelleşmiş epitel hücreleri olan kemoreseptörler tadın algılanmasını sağlar.




- Dilin üzerindeki çıkıntılara **papilla** denir. Papilladaki tat tomurcuklarında kemoreseptörler bulunur. Tat reseptörleri tatlı, tuzlu, acı, ekşi ve umami tatlarına karşı duyarlıdır.

**NOT**

Tat tomurcukları bulunan dilin herhangi bir bölgesi beş çeşit tattan herhangi birini algılayabilir.

- Ağza alınan besinlerdeki tat molekülleri mukusta çözünür.
  - Çözünen tat molekülleri tat reseptörlerini uyarır ve impuls oluşur.
  - Oluşan impulslar duyu sinirleri ile önce talamusa sonra da beyin kabuğunun tat alma merkezine taşınır ve maddenin tadı algılanır.

**NOT**

Besinlerin tadının algılanmasında besinin görüntüsü, kokusu, sıcaklığı ve çiğneme süresi etkilidir.

Kokusu alınan yiyeceklerin tatlarının daha iyi algılanması tat ve koku duyularının birbirini desteklediğini gösterir.

**NOT**

Ağız kuruluğu, Parkinson, diyabet, hamilelik, kafa travmaları, yaşlanma gibi durumlar tat duyusu bozukluğuna neden olabilir.

**MERAKLISINA**

Tat moleküllerinin çözünmesi ile oluşan $H^+$ iyonları ekşi, NaCl molekülleri tuzlu, protein molekülleri tatlı, kapsaisin molekülleri acı ve glutamat molekülleri umami tatlarının oluşmasında etkilidir.

3D YAYINLARI

## ETKİNLİK 7

**Gözün uzaktaki bir noktaya uyumu sırasında aşağıdaki yapılarda meydana gelen değişimleri karşılarındaki kutucuklara yazarak boşlukları doldurunuz.**

| | |
|---|---|
| Asıcı bağlar | |
| Kirpiksi bağlar | |
| Göz merceğinin şişkinliği | |
| Göz bebeğinin büyüklüğü | |

## ETKİNLİK 8

Aşağıdaki tabloda deride bulunan bazı reseptörler ve görevlerine ilişkin bilgiler verilmiş, bazı alanlar boş bırakılmıştır.

**Buna göre, boş bırakılan kısımları doldurarak tabloyu tamamlayınız.**

| Reseptör çeşidi | Görevi |
|---|---|
| Serbest sinir uçları | |
| | Sürekli dokunma ve basıyı algılar |
| Krause cisimciği | |
| | Basıncı ve titreşimi algılar |

## ETKİNLİK 9

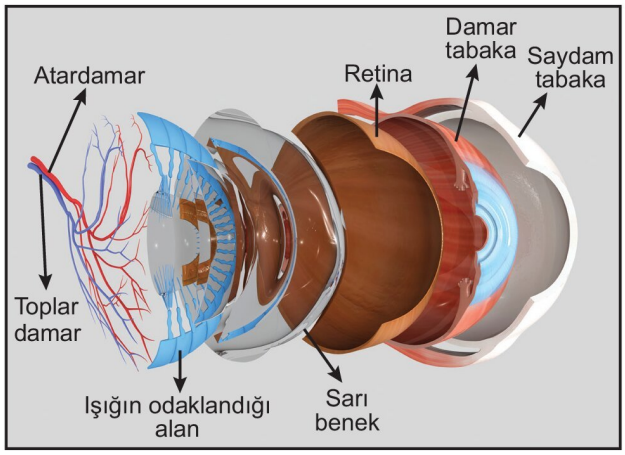
Aşağıda duyu organları ve bu duyu organlarındaki duyu reseptörlerini içeren bölgeler verilmiştir.

**Buna göre, duyu organları ile reseptörleri bulunduran bölgeleri eşleştiriniz.**

| Duyu organı | Reseptörlerin bulunduğu bölge |
|---|---|
| 1. Göz ☐ | a. Sarı benek |
| 2. Kulak ☐ | b. Sarı bölge |
| 3. Burun ☐ | c. Korti organı |
| 4. Dil ☐ | d. Papilla |
| 5. Deri ☐ | e. Dermis |

## BECERİ TEMELLİ SORU 5

Aşağıdaki görselde sağlıklı bir insanın gözünde bulunan bazı yapılar gösterilmiştir.




**Verilen yapılar ile ilgili,**

I. Göze gelen ışığın ilk kırıldığı yer olan saydam tabakada kan damarı bulunmaz.

II. Sarı benekte göze renk veren pigmentler bulunur.

III. Retinada kan damarları bulunduğu halde reseptör yoktur.

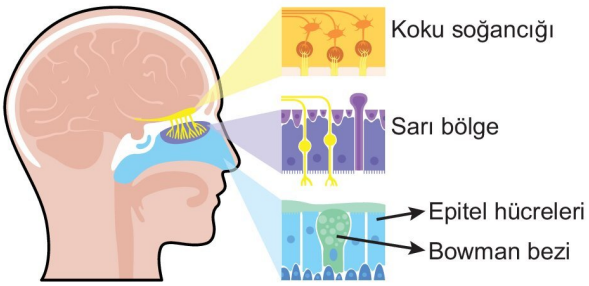
**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

## BECERİ TEMELLİ SORU 6

Aşağıdaki görselde sağlıklı bir insandaki koku algılama organı olan burundaki anatomik yapılardan bazıları gösterilmiştir.




**Buna göre verilen yapılar ile ilgili,**

I. Burnun içini örten epitel dokuda bulunan Bowman bezinin salgıladığı mukus, burnun iç yüzeyinin nemli tutulmasını ve koku moleküllerinin çözünmesini sağlar.

II. Sarı bölgede bulunan ve uzantıları ile kokuyu algılayan nöronların aksonları beyindeki koku soğancığında bulunan nöronlar ile sinaps yapar.

III. Koku duyusunun algılanması ile duyu sinirlerinde oluşan impulslar talamusta değerlendirilerek beyin kabuğunun koku alma bölgesine iletilir.

**ifadelerinden hangileri yanlıştır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 7

**İnsanın gözüne gelen ışık ışınları sarı beneğe ulaşıncaya kadar;**

I. saydam tabaka,

II. camsı cisim,

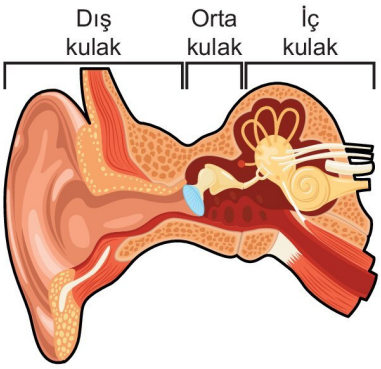
III. mercek

**yapılarından hangi sırayla geçer?**

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III
D) III - I - II E) III - II - I

## BİRE BİR ÖSYM 8

Aşağıda insanın kulak yapısı gösterilmiştir.




**Buna göre, kulaktaki yapılar ve işlevleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Çekiç, örs ve üzengi kemikleri sesin iletilmesinde görev yapar.

B) Östaki borusu orta kulak ile yutak arasında bulunur.

C) Yarım daire kanallarında ses titreşimlerini algılayan reseptörler vardır.

D) Ses titreşimleri gaz, katı ve sıvı ortamlarda ilerleyerek iç kulaktaki reseptörleri uyarır.

E) Ses dalgaları ilk olarak kulak zarında titreşimler oluşturur.

## BİRE BİR ÖSYM 9

**Bir süre kendi etrafında dönen bir insanın oturduktan sonra da bir süre başının dönmeye devam etmesinin nedeni aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Yarım daire kanallarındaki sıvının hareketinin devam etmesi

B) Silli duyu hücrelerinin beyinciğe sinyal gönderememesi

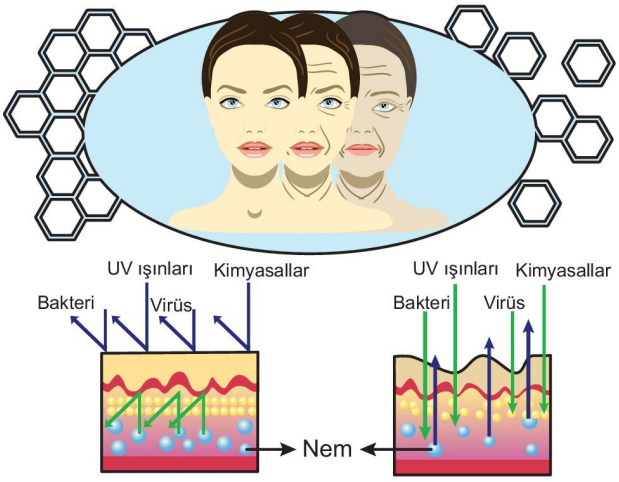
C) Östaki borusunun basınç değişikliğini ayarlayamaması

D) Yarım daire kanallarındaki sıvıda basınç dalgalarının genliğinin artması

E) Yarım daire kanallarının birbirleriyle dik açılar yapacak şekilde konumlanmış olması

| BİRE BİR ÖSYM SORULARI | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. A | 2. D | 3. C | 4. B | 5. A | 6. C | 7. B | 8. C | 9. A |
| **BECERİ TEMELLİ SORULAR** | | | | | | | | |
| 1. A | 2. E | 3. E | 4. A | 5. D | 6. C | | | |

**1.** Aşağıdaki görselde sağlıklı bir kadının cilt dokusunda yaşlanmaya bağlı olarak meydana gelen bazı değişimler gösterilmiştir.




**Görsele göre yaşlanmaya bağlı olarak derinin,**

I. mikroorganizmaların vücuda girişini önleme,

II. organizmayı kimyasal maddelere ve fiziksel etkilere karşı koruma,

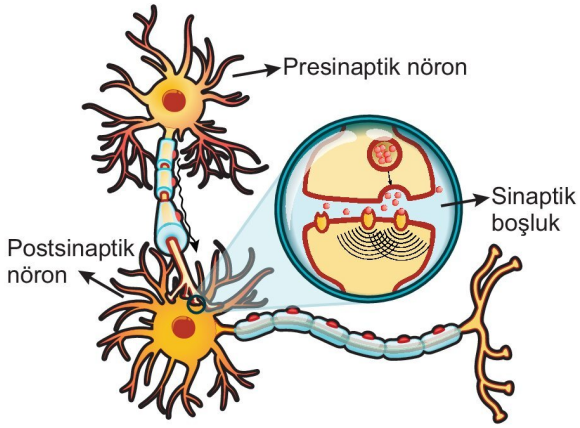
III. su kaybını engelleme

**yeteneklerinden hangilerinde azalma olduğu söylenebilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

**2.** Aşağıdaki görselde nöronlar arasındaki bağlantı noktası olan sinaps gösterilmiştir.




**Buna göre sinapslardaki iletim ile ilgili;**

I. Presinaptik nöronun aksonundan postsinaptik nöronun dendritine doğru aktarılır.

II. Nörotransmitterler ile gerçekleştiğinden kimyasaldır.

III. Nörondaki iletime oranla daha hızlıdır.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

**3.** **Bir sinir demetine verilen uyaran şiddetinin artması;**

I. uyarılan nöron sayısı,

II. oluşan impuls sayısı,

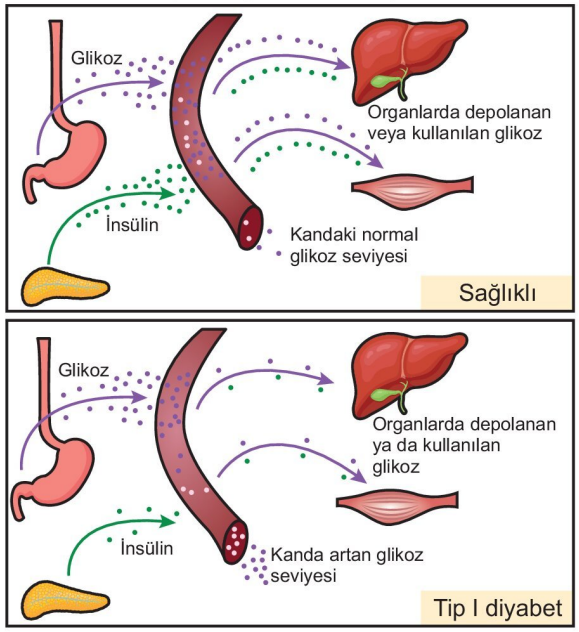
III. uyarıya verilen yanıtın gücü

**verilenlerden hangilerinin artmasına neden olabilir?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**4.** Aşağıdaki görselde aynı besin çeşitlerini aynı miktarda tüketen sağlıklı ve tip I diyabetli iki bireyin eşit süre sonra vücutlarında meydana gelen bazı değişimler verilmiştir.




**Buna göre, görseldeki veriler dikkate alınarak yapılan,**

I. Sağlıklı bir birey ile tip I diyabetli bir bireyin sindirim kanalından kana emilen glikoz miktarı aynı olsa da kanlarındaki glikoz miktarı aynı değildir.

II. Sağlıklı bir bireyde tokluk durumunda pankreastan salgılanan insülin miktarı, tip I diyabet hastası bireyde tokluk durumunda pankreastan salgılanan insülin miktarından fazladır.

III. Pankreastan kana salgılanan insülin miktarının artması, kandan karaciğere ve kaslara geçen glikoz miktarını artırır.

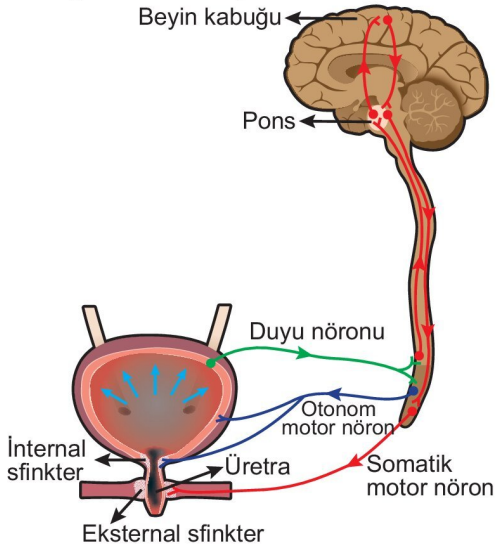
**yorumlarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

**5.** Aşağıdaki görselde sağlıklı bir insanın idrar kesesinin sinirsel bağlantıları verilmiştir.




**Buna göre,**

I. İdrar kesesinin duvarında bulunan reseptörler ile alınan uyarılar duyu nöronları ile ponsa ve beyin kabuğuna iletilir.

II. Omurilikten çıkan motor nöronlar sadece istemli çalışan organlarda tepkiye neden olur.

III. Üretra ile idrar kesesi arasındaki internal sfinkter istemsiz olarak çalışırken üretranın dışarı açılan eksteral sfinkter istemli olarak çalışabilir.

**ifadelerinden hangileri yanlıştır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

**6.** **Çevresel sinir sistemi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Beyinden ve omurilikten çıkan sinirler ve bu sinirlerin hücre gövdelerinden oluşur.

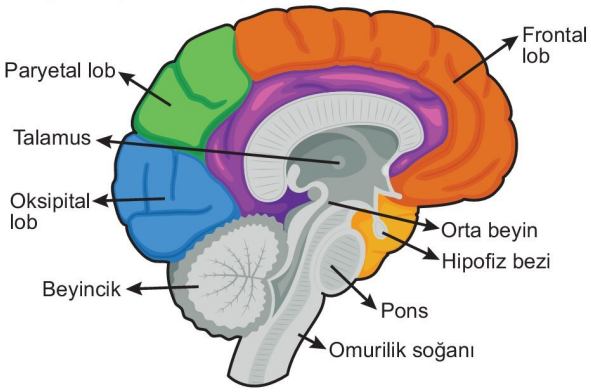
B) Duyu bölümündeki duyu reseptörleri ile alınan uyarılar duyu nöronları ile merkezi sinir sistemine iletilir.

C) Motor bölümü, merkezi sinir sisteminin oluşturduğu yanıtı efektöre iletir.

D) Motor bölümde bulunan motor nöronları sadece istemsiz çalışan organlara impuls iletimi yapar.

E) Onuncu beyin siniri olan vagus, en önemli sinirlerinden biri olup akciğer, pankreas, kalp, mide ve bağırsak gibi organların çalışmasını düzenler.

**7.** Aşağıdaki görselde beynin kısımları gösterilmiştir.




**Verilen kısımlar ve görevleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) İstemli kas faaliyetlerinin gerçekleşmesinde frontal lop; görüntünün algılanmasında oksipital lop aktivite gösterir.

B) Talamus, hipotalamus ve epitalamus ara beyinde bulunur.

C) Omurilik soğanı ve orta beyin tüm refleks faaliyetlerinin gerçekleşmesi üzerinde etkili merkezler bulundurur.

D) Beyincik çizgili kasları etkileyerek vücudun dengesinin sağlanmasında görev yapar.

E) Orta beyin, pons ve omurilik soğanı birlikte beyin sapını oluşturur.

**8.** **Bir nörondaki impuls iletim hızını,**

I. akson çapı,

II. miyelin kılıfın varlığı,

III. uyarı şiddetinin eşik değerin üzerinde olması

**durumlarından hangileri etkiler?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**9.** **Aşağıda verilen glia hücresi çeşitlerinden hangisi çevresel sinir sisteminde bulunur?**

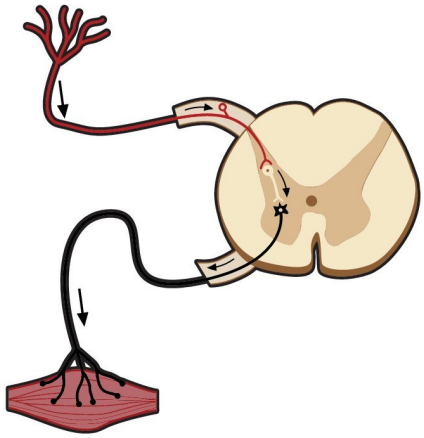
A) Schwann hücreleri B) Mikroglialar

C) Oligodendrositler D) Ependim hücreleri

E) Astrositler

3D YAYINLARI

**1.**



**Yukarıdaki görselde verilen reflekse;**

I. sağ ayağına diken batan çocuğun sağ ayağını çekmesi,

II. sol gözüne el feneri tutulan bireyde göz bebeğinin küçülmesi,

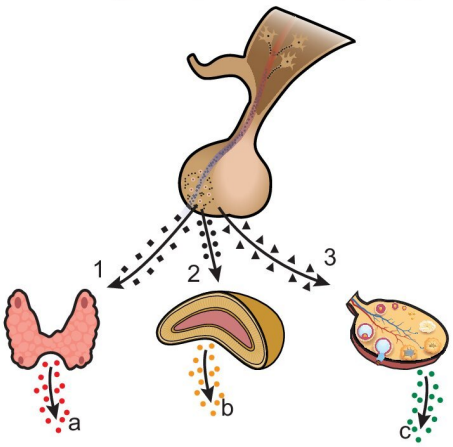
III. sol eline sıcak su dökülen kadının sağ elini hızla soğuk suya tutması

**olaylarından hangileri örnek olabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

**2.** Aşağıdaki görselde hipofiz bezinin ön lobundan salgılanan hormonlar (1, 2, 3), hedef organları ve hedef organların uyarılması ile salgıladıkları hormonlar (a, b, c) verilmiştir.




**Buna göre,**

I. 1 TSH, 2 ACTH ve 3 FSH olabilir.

II. a tiroksin, b kortizol ve c östrojen hormonları olabilir.

III. 1, 2 ve 3 numaralı hormonların kandaki miktarının artması, a, b ve c hormonlarının da kandaki miktarının artmasına neden olur.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**3. Sağlıklı bir insanda vücut sıcaklığının normalin altına düşmesi durumunda, vücut sıcaklığının normal değerine ulaşması için;**

I. deri yüzeyine yakın kan damarlarındaki kanın akış hızı,

II. vücut yüzeyinden gerçekleşen ısı kaybı,

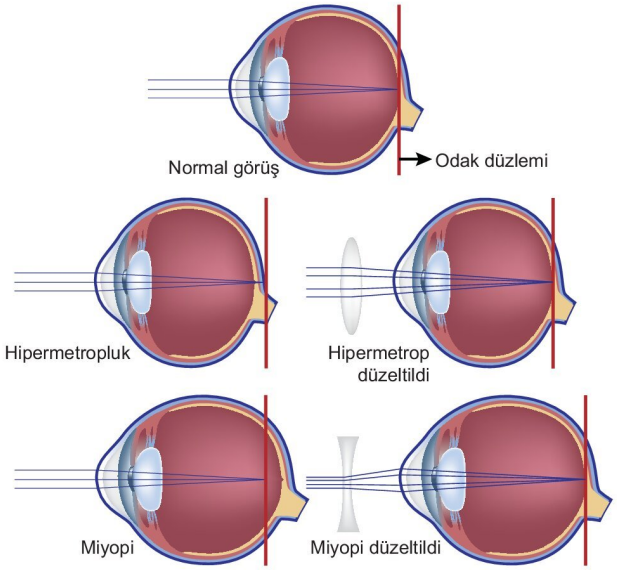
III. iskelet kaslarındaki titremeler

**verilenlerden hangilerinin artması gerekir?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**4.**




**Yukarıdaki görseli inceleyen bir öğrencinin verilen göz kusurları ile ilgili olarak yaptığı yorumlardan hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Miyopi göz kusurunda görüntü sarı beneğin önüne düşer.

B) Hipermetropi göz kusurunda gözün önden arkaya doğru uzanan ekseni normalden kısadır.

C) Miyopi göz kusurunda net görme içbükey mercek ile sağlanabilir.

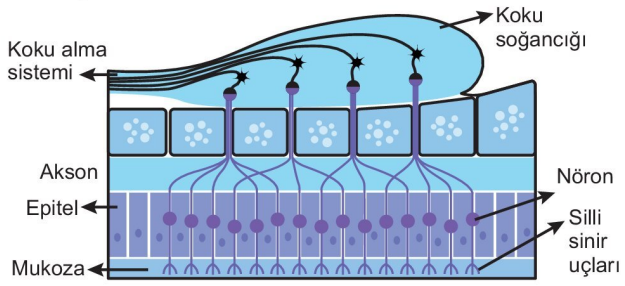
D) Hipermetropi göz kusurunda net görme dışbükey mercek ile sağlanabilir.

E) Miyopi ve hipermetropi göz kusurlarında saydam tabaka ve mercek yüzeyindeki pürüzlenme bulanık görmeye neden olur.

3D YAYINLARI

1.A 2.E 3.C 4.E 5.E 6.D 7.C 8.B 9.C

**5.** Aşağıdaki görselde kokunun algılanmasında görevli yapılar verilmiştir.




**Görseldeki yapılar ve kokunun algılanması ile ilgili,**

I. Koku algılayıcı reseptörler, epitel hücrelerinin arasından burun boşluğuna uzanan silli sinir uçlarıdır.

II. Koku molekülleri mukusta çözünerek koku reseptörlerini etkiler.

III. Kokuyu algılayan sinir hücrelerinin aksonları beyindeki koku soğancığında bulunan nöronlar ile sinaps yapar.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

**6.** **Tat alma organı için,**

I. Kemoreseptörler ile tat molekülleri algılanır.

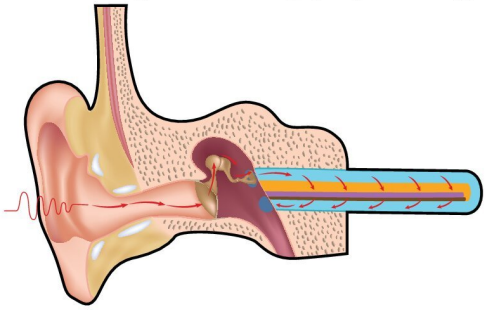
II. Tadın algılanması için tat moleküllerinin sıvıda çözünmesi gerekir.

III. Oluşan impulslar talamusa uğramadan beynin ilgili merkezine iletilir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

**7.** Aşağıdaki görselde sağlıklı bir insanda sesin algılanması sırasında ses dalgalarının izlediği yol gösterilmişyir.



**İşitme olayı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Ses dalgalarını toparlamak ve kulak zarına iletmek dış kulağın görevidir.

B) Kulak zarında oluşan ses titreşimleri sırasıyla çekiç, örs ve üzengi kemiklerinden geçerek iç kulağa iletilir.

C) Orta kulak ile yutak arasında uzanan östaki borusu, çizgili kas faaliyetlerini düzenleyerek vücut dengesinin korunmasını sağlar.

D) İşitme sinirleri iç kulaktaki korti organında bulunur.

E) İç kulağa ulaşan ses titreşimlerinin sıvıda oluşturduğu basınç dalgaları, yuvarlak pencereye çarpar ve yok olur.

**8.** **Aşağıdaki hormonlardan hangisi hipofiz bezinde <u>üretilmez</u>?**

A) STH B) Oksitosin C) MSH
D) ACTH E) LH

**9.** **Sağlıklı bir insanda deride bulunan;**

I. Ruffini cisimcikleri,

II. Pacini cisimciği,

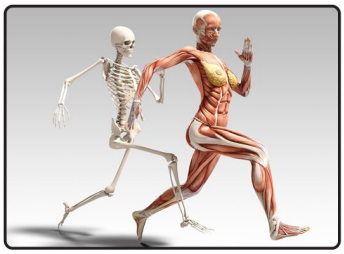
III. serbest sinir uçları

**reseptörlerinden hangilerinin eklem ve kaslardan alınan bilgiyi sinir sistemine ileterek vücut pozisyonu ya da eklem rotasyonu hakkında bilgi edinmesine yardımcı olma görevi <u>yoktur</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

3D YAYINLARI

## DESTEK VE HAREKET SİSTEMİNİN YAPI, GÖREV VE İŞLEYİŞİ

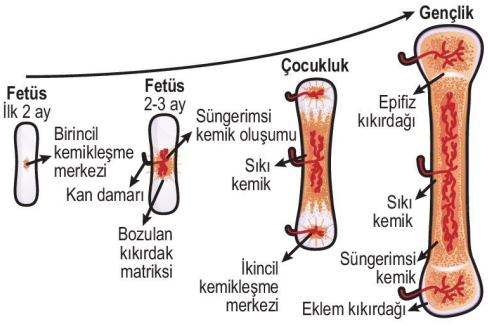


- Destek ve hareket sistemi; kemik, kıkırdak, kas ve bağ dokudan oluşur.
- Bu sistemin temel görevleri şunlardır:
  - Hareketi sağlar.
  - Vücuda destek olur.
  - İç organlara ve kaslara bağlanma yüzeyi oluşturur.
  - İç organları korur.
  - Mineral depolar.
  - Vücuda şekil verir.
  - Kan hücrelerini üretir.

### İskelet Sistemi

- Kemik ve kıkırdak olmak üzere iki çeşit bağ dokudan oluşur.
- Embriyonik dönemde büyük oranda kıkırdak dokudan oluşan iskelet sistemi, embriyonik gelişimin ikinci ayından itibaren kalsiyum fosfat ve kalsiyum karbonat gibi minerallerin birikimiyle kemikleşmeye başlar. Ergin bireylerde kulak, burun, eklem uçları gibi bölgelerde kemikleşme olmaz ve kıkırdak olarak kalır.

### Kemik Doku




- Hücrelerine **osteosit**, ara maddesine **osein** denir.
- Osteositler **lâkün** adı verilen boşluklarda bulunur.
- Osteositler, sitoplazmik uzantılarla birbirleri ile bağlantı kurar.
- Osein organik ve inorganik maddelerden oluşur. Organik kısmını kolajen lifler; inorganik kısmını kalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat tuzları, florür, sodyum, magnezyum ve demir tuzları oluşturur.
- Ara maddedeki kalsiyum fosfat ve kalsiyum karbonat kemik dokuya sertlik kazandırır. Kolajen lifler ise kemiğe esneklik verir.

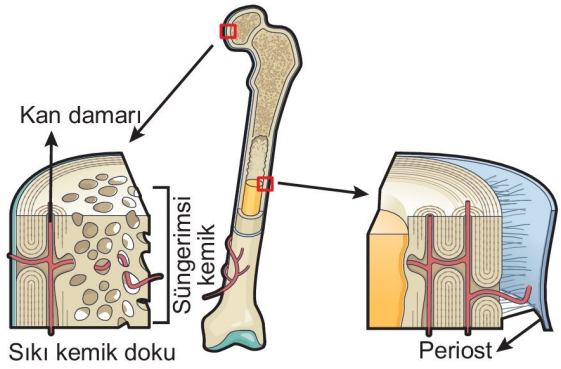
**NOT**

Yaş ilerledikçe kemik dokunun ara maddesindeki organik madde oranının azalması ve tuz oranının artması nedeni ile kemikler sertleşir ve kırılganlığı artar.

- Kemik dokuda bol miktarda kan damarı ve sinir bulunur.
- Doku yapısına göre kemikler süngerimsi ve sıkı kemik dokudan oluşur.

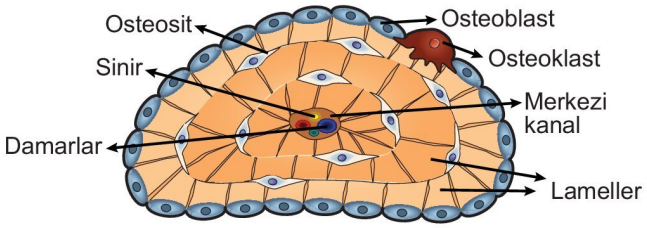
### Süngerimsi (Sert) Kemik Doku

- Küçük kemik plakaları boşluklar bırakarak birbirine bağlanmıştır.
- Gözenekli yapıdadır ve içindeki boşluktan dolayı hafiftir.
- Kendi iç örgüsünün destekleyici yapısı sayesinde dayanıklıdır.
- Boşluklarında kırmızı kemik iliği bulunur. Kırmızı kemik iliği kan hücrelerinin üretim yeridir.
- Süngerimsi kemikte kanallar sistemi bulunmaz.
- Uzun kemiklerin şişkin uç kısımlarında ve ilik kanalı çevresinde, kısa ve yassı kemiklerin iç kısmında bulunur.

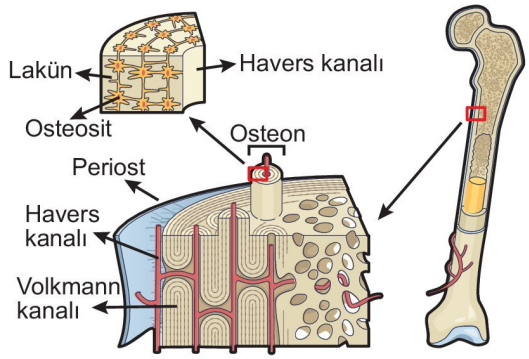



### Sıkı Kemik Doku

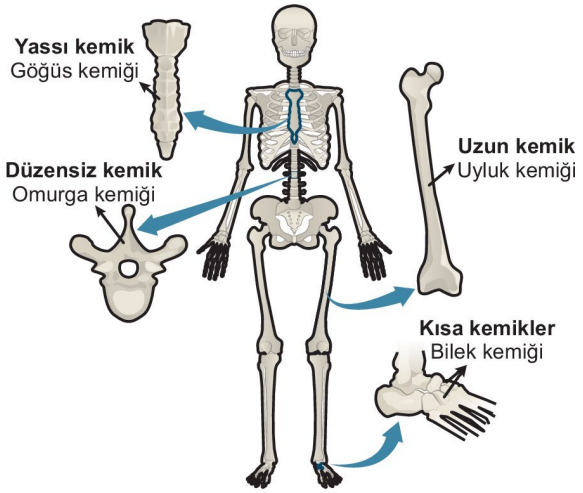
- Düzenli yapıdadır.
- Ara maddede kalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat gibi tuzlar yoğun olduğundan sert ve sıkı bir yapısı vardır.
- Uzun kemiklerin gövde kısmı büyük ölçüde sıkı kemik dokudan oluşur.
- Sıkı kemiğin yapı birimi **osteon**dur.



- Osteon, merkezi bir kanal çevresinde dairesel olarak sıralanmış kemik tabakalardan ve bu tabakaların arasında konumlanmış osteositlerden oluşur.
- Osteonların ortasındaki kanala **Havers kanalı**, Havers kanallarını yatay olarak birbirine bağlayan kanallara ise **Volkmann kanalı** denir. Bu kanallarda kemik dokuyu besleyen kan damarları ve sinirler vardır. Atardamarlar kemik dokuya besin ve oksijen getirir. Toplardamarlar ise oluşan atık maddeleri uzaklaştırır.




- Osteonları ayıran sınırlara **yapışma hattı** denir. Yapışma hattı kemik çatlaklarını durduran ve kemiklerin kırılmaya karşı dayanıklı olmasını sağlayan sınırdır.
- Kemikler şekillerine göre; uzun, kısa, yassı ve düzensiz şekilli kemikler olmak üzere dört grupta incelenir.

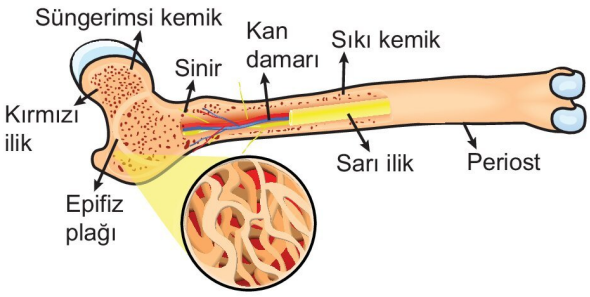



**Uzun Kemikler:** Boyu eninden fazla olan kemiklerdir.

- Koldaki pazu, ön kol, dirsek kemiği, bacaktaki uyluk, kaval ve baldır kemiği, gövdedeki köprücük kemiği uzun kemiktir.
- Uç kısımlarındaki şişkin bölgelerine **baş**; iki baş arasındaki bölgeye ise **gövde** denir.
- Baş kısmının dış bölgesi sıkı kemik dokudan, iç kısmı ise süngerimsi kemik dokudan oluşur.
- Gövde kısmı büyük oranda sıkı kemik dokudan oluşur. Gövdenin ortasındaki boşluklarda **sarı kemik iliği** bulunur.
- Uzun kemiklerin baş kısmında kemiğin ergenlik dönemi bitimine kadar boyuna uzamasını sağlayan kıkırdak yapılı **epifiz plağı** bulunur. Ergenlikten sonra epifiz plağı kemikleştiğinden uzama durur.

**NOT**

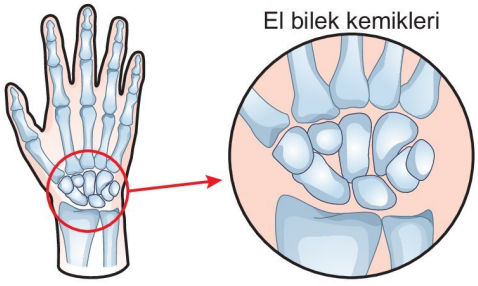
Sarı kemik iliği sadece uzun kemiklerde vardır. Bol miktarda yağ dokudan oluşan sarı kemik iliği ihtiyaç durumunda kırmızı kemik iliğine dönüşerek kan hücrelerinin üretimine yardım eder.




- Tüm kemiklerin dış yüzeyini saran zara **periost** denir. Bol miktarda kan damarı ve sinir içeren periost, kemiğin beslenmesinde, boşaltımında, enine büyümesinde ve kırılan kemiğin onarımında görev yapar.
- Kemiğin ağrıya duyarlı bölümü periosttur.

**Kısa Kemikler:** Eni, boyu ve kalınlığı yaklaşık aynı olan kemiklerdir.

- El ve ayak bilek kemikleri kısa kemiklere örnektir.
- Kısa kemiklerin dış kısımında periost, periostun altında sert kemik doku, iç kısmında ise süngerimsi kemik doku vardır. Süngerimsi kemiğin içinde kırmızı ilik bulunur.



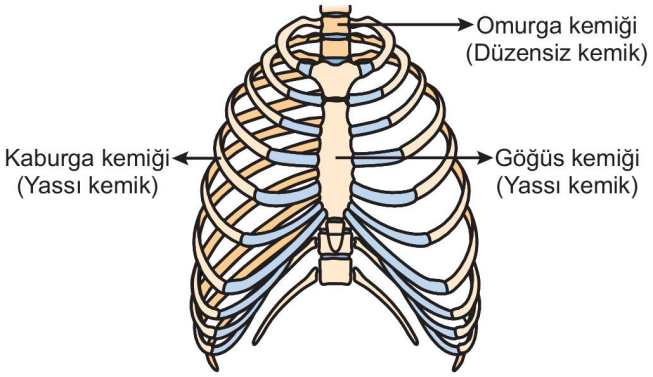

**NOT**

Kısa kemiklerde kemik kanalı bulunmaz.

**Yassı Kemikler:** Yassı ve ince yapılıdırlar.

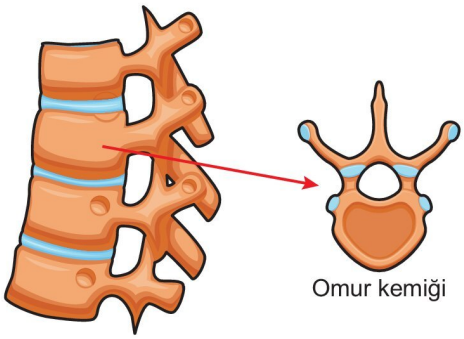
- Kafatası kemikleri, kaburga kemikleri, kürek kemikleri ve kalça kemikleri yassıdır.
- Dış kısmında periost, periostun altında sert kemik doku, iç kısmında ise süngerimsi kemik doku vardır.
- Süngerimsi kemiğin içinde kırmızı ilik bulunur.

3D YAYINLARI




**Düzensiz Şekilli Kemikler:** Belirli bir şekilleri yoktur. Baskılara dayanıklı ve sağlamdır.

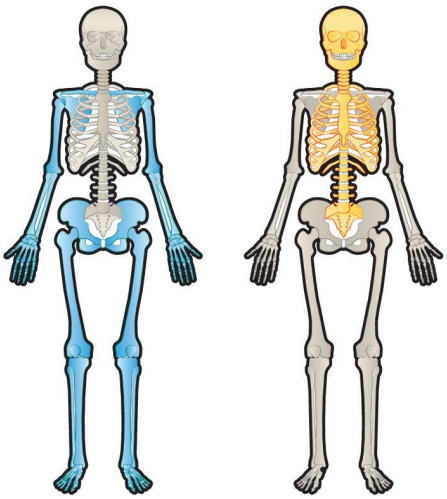
- Yapısı kısa ve yassı kemiklere benzer.
- Omurlar ve çene kemikleri düzensiz şekillidir.



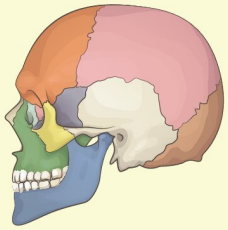
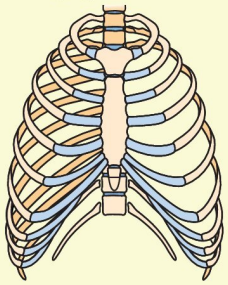
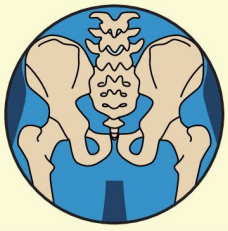

- Yetişkin bir insanın iskeleti 206 kemikten oluşmuştur.
- İnsan iskeleti üyeler iskeleti ve eksen iskeleti olmak üzere iki ana bölümden oluşur.

Üyeler iskeletini; kol ve bacak kemikleri ile omuz ve kalça kemeri oluşturur. Toplam 126 kemik içerir.

Eksen iskeleti gövdeyi destekleyen iskelet olup kafatası, göğüs, kaburga ve omur kemiklerinden oluşur. Toplam 80 kemik içerir.



Üyeler iskeleti Eksen iskeleti

| | |
|---|---|
| **Baş iskeleti**<br>  | • Kafatası kemikleri, yüz kemikleri ve hyoid kemik (dil kemiği) olmak üzere toplam 29 kemik içerir.<br>• Alt çene hareketli, diğerleri hareketsizdir. |
| **Omurlar, kaburgalar ve göğüs iskeleti**<br>  | • Omurga, göğüs kemiği ve kaburgalardan oluşur.<br>• Omurga boyun, sırt, bel, sağrı ve kuyruk sokumu omurlarından oluşur.<br>• Boyun omurları 7, sırt omurları 12, bel omurları 5, sağrı omurları ergenliğe kadar 5, sonrasında kaynaşarak tek, kuyruk sokumu omurları da ergenliğe kadar 3 yada 5, sonrasında ise kaynaşarak tek omurdan oluşur.<br>• Omur deliklerinin üst üste gelerek oluşturduğu omurga kanalından omurilik sinirleri geçer. Omurlar arasında fibröz kıkırdaktan oluşan diskler bulunur. Boyun omurlarının birincisine **atlas**, ikincisine **eksen** denir. Atlas ile eksen arasında kıkırdak disk bulunmaz. Sırt omurları kaburgalar ile bağlantılıdır.<br>• Göğüs kemiği ve kaburgalar göğüs kafesini oluşturur. On iki çift kaburganın tümü arkadan sırt omurlarına bağlıdır. Önden ise ilk yedi çifti göğüs kemiğine bağlı olup sekiz, dokuz ve onuncu kaburgaların uçları birleşip yedinci kaburgaya bağlanır. On birinci ve on ikinci kaburgaların ön uçları serbest olup bu kaburgalara **yüzücü kaburgalar** denir. |
| **Üyeler iskeleti**<br> <br>  | • Kol ve bacak kemiklerinden oluşur. Ön kol, dirsek, pazu, el bilek, tarak ve parmak kemikleri kol iskeletini; uyluk, baldır, kaval, diz kapağı, ayak bilek, tarak ve parmak kemikleri ise bacak iskeletini oluşturur.<br>•Kalça kemeri, kalça, oturga ve çatı kemiklerinin kaynaşması ile oluşur. Arasındaki leğen boşluğunda üreme organları bulunur. Kalça kemeri bacak kemikleri ile eklem yapar.<br>• Omuz kemeri köprücük ve kürek kemiklerinden oluşur. Omuz kemeri kol kemiği ile eklem yapar. |

3D YAYINLARI

**NOT**

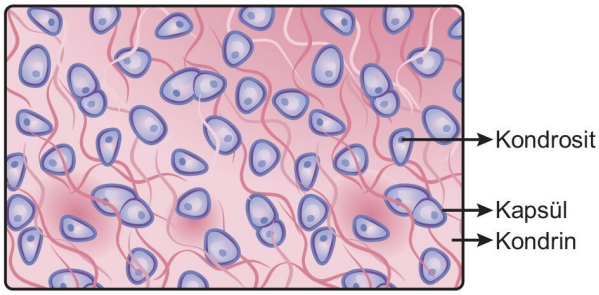
Hyoid kemiğin diğer kemiklerden farkı başka bir kemikle eklem yapmamasıdır. Eklem yapmadığı için de kafatası iskeletine dahil edilmez.

**NOT**

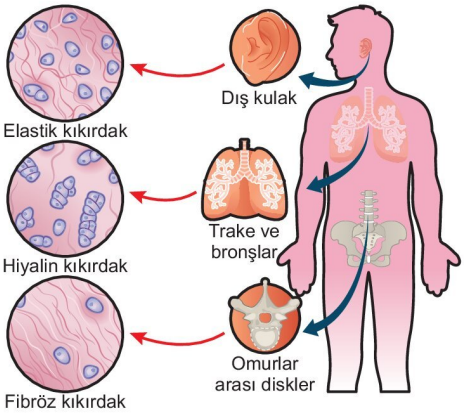
Kaburgaların göğüs kemiğine bağlandığı kısımlarda bulunan kıkırdak doku göğüs kafesine esneklik kazandırır.

## Kıkırdak Doku

- Hücrelerine **kondrosit**, ara maddesine **kondrin** denir.
- Kondrositler, kondroblastların olgunlaşması ile meydana gelir.
- Ara maddede kolajen ve diğer protein yapılı lifler bulunur.
- Ara maddede kan damarı bulunmadığından bu doku etrafını saran bağ dokudan difüzyonla beslenir. Bu nedenle zedelenen kıkırdağın onarımı zordur.
- Kondrositler **kapsül** adı verilen yapılarda bulunur.
- Kapsül içinde birden fazla kondrosit bulunabilir. Kapsüllü kondrosit gruplarına **kondron** denir.




- Ara maddesindeki liflerin yapısına göre kıkırdak dokunun , elastik, hiyalin ve fibröz kıkırdak olmak üzere üç çeşidi vardır.




## Hiyalin Kıkırdak

- Kolajen lifi boldur.
- İnsanda embriyonik dönem iskeletini oluşturur.
- Embriyonik gelişim sürecinde kemiklerin eklem yüzeylerindeki ve kaburga uçlarındaki kısım hariç kemik dokuya dönüşür.
- Soluk borusunda, bronşlarda, burunda, epifiz plağında, kemiklerin eklem yüzeylerinde ve kaburgaların göğüs kemiği ile eklem yaptığı uçlarında bulunur.

## Elastik Kıkırdak

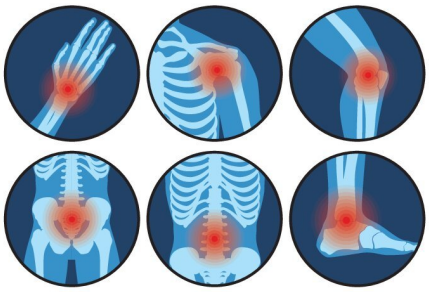
- Elastik lifi boldur.
- Esneme ve bükülme yeteneği fazladır.
- Kulak kepçesinde, kulak yolunda, gırtlakta, östaki borusunda ve epiglottiste bulunur.

## Fibröz Kıkırdak

- Bol miktarda kolajen lif içerdiğinden basınca ve çekmeye karşı dayanıklıdır.
- Omurlar arası disklerde, kalça ve diz eklemlerinde, köprücük kemiği eklemlerinde bulunur.

## Eklemler

- Kemiklerin birbirlerine bağlandıkları bölgelere **eklem** denir.
- Hareket yeteneklerine göre oynar, yarı oynar ve oynamaz eklemler olmak üzere üç çeşidi vardır.



## Oynar Eklemler

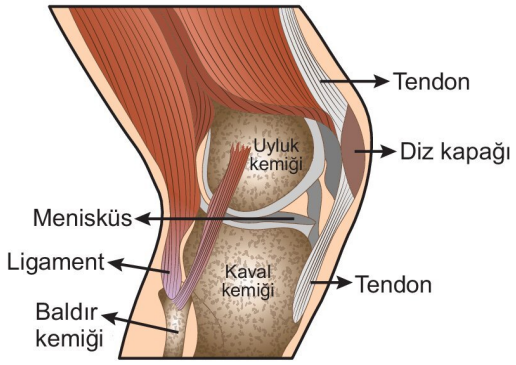
- Hareketli eklemlerdir.
- İki kemik birbirine eklem kapsülü ve eklem bağları ile bağlıdır.
- Eklem boşluğunda aşınmayı engelleyen sinoviyal sıvı bulunur.
- Eklem yüzeylerinde hiyalin kıkırdaktan oluşan eklem kıkırdağı vardır.

3D YAYINLARI

**NOT**

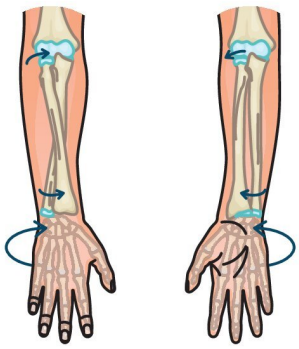
Sinoviyal sıvıda bulunan $O_2$, $N_2$, $CO_2$ gibi çözünmüş gazlar ekleme kuvvetli basınç uygulandığında baloncuk şeklinde patlar ve eklemi terk eder. Parmakların çıtlatılması ile oluşan sesin kaynağı budur. Ekleme baskı uygulanması eklemin esnekliğini ve hareket yeteneğini artırabilir.

- Koldaki pazu ve ön kol kemiği arasında, bacakta uyluk kemiği ile kaval kemiği arasında ve parmak kemiklerinin arasında bulunur.
- Oynar eklemlerde iki kemiği birbirine bağlayan eklem bağlarına **ligament** denir.




**NOT**

Hareketli bir eklemde hareket yönünün belirlenmesinde eklem kapsülü, ligamentler ve etrafındaki iskelet kasları etkilidir.

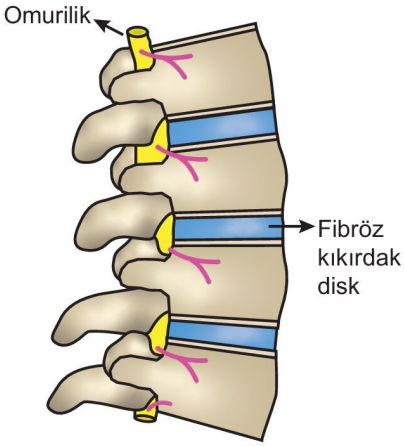


### Yarı Oynar Eklemler:

- Hareketleri sınırlıdır.
- Boyun, sırt ve bel omurları arasındaki eklemler yarı oynardır ve bu omurların hareketini fibröz kıkırdaktan oluşan diskler sağlar.

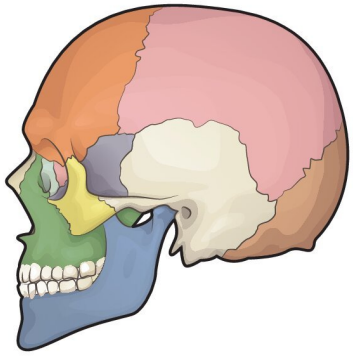
**NOT**

Boyun omurlarından atlas ile eksen arasındaki eklem yarı oynar değil oynar eklemdir.




### Oynamaz Eklemler

- Hareket etmezler.
- Kafatasındaki kemiklerin arasında, sağrı ve kuyruk sokumu omurlarında bulunur.
- Eklem bölgelerindeki kemikler genellikle testere ucu şeklinde kenetlenmiştir.



**ETKİNLİK 1**

**Aşağıdaki tabloda uzun kemiklerin yapısında bulunan kısımlar ve işlevleri ile ilgili ifadeler verilmiştir. Bu ifadelerden doğru olanların karşısındaki kutucuğu "✔" işareti ile işaretleyiniz.**

| Yapılar | İşlevi | |
|---|---|---|
| Kırmızı ilik | Kan hücrelerini üretir. | ☐ |
| Sarı ilik | İhtiyaç durumunda kırmızı kemik iliğine dönüşebilir. | ☐ |
| Epifiz plağı | Kemiğin uzamasını sağlar. | ☐ |
| Periost | Kemiğin enine büyümesini sağlar. | ☐ |

3D YAYINLARI

## ETKİNLİK 2

**Aşağıda verilen kıkırdak doku çeşitlerini ve bulunduğu yapıları eşleştiriniz.**

| Kıkırdak çeşidi | Bulunduğu yapılar |
|---|---|
| a. Hiyalin kıkırdak | Kaburga uçları |
| b. Elastik kıkırdak | Kulak kepçesi |
| c. Fibröz kıkırdak | Epiglottis |
| | Omurlar arası diskler |
| | Östaki borusu |

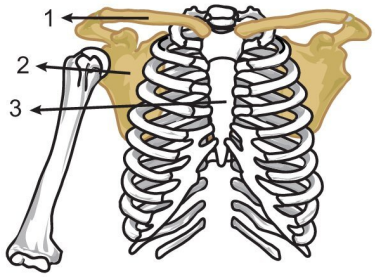
## ETKİNLİK 3

**Aşağıda eklem çeşitleri ve bulunduğu kısımlar ile ilgili olarak verilen örneklerden doğru olanların karşısına "D", yanlış olanların karşısına "Y" yazınız.**

| | |
|---|---|
| Oynar eklem | Pazu kemiği ile ön kol kemiği arasında bulunan eklem |
| Yarı oynar eklem | Sağrı omurları arasında bulunan eklem |
| Oynamaz eklem | Kafatası kemikleri arasında bulunan eklem |

## BECERİ TEMELLİ SORU 1

Aşağıdaki görselde insanın gövde ve üyeler iskeletinde bulunan bazı kemikler numaralandırılarak verilmiştir.




**Buna göre, numaralandırılmış kemik çeşitleri ve özellikleri ile ilgili;**

I. 1 numaralı kemik köprücük, 2 numaralı kemik ise kürek kemiğidir.

II. 2 ve 3 numaralı kemikler uzun kemik olup baş kısmında kırmızı ilik, gövde kısmında sarı ilik bulunur.

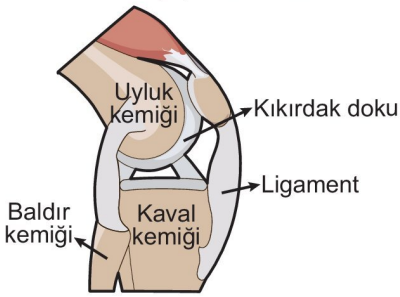
III. Numaralandırılmış kemiklerin tümü onarım ve beslenmeye yardımcı olan periost ile sarılıdır.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

## BECERİ TEMELLİ SORU 2

Aşağıdaki görselde sağlıklı bir insanın bacak kemikleri ve diz ekleminde bulunan yapılardan bazıları verilmiştir.




**Buna göre, görselde verilen yapılar ve özellikleri ile ilgili aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Diz eklemi hareketli eklemlerdendir.

B) Bacakta bulunan uyluk, kaval ve baldır kemikleri uzun kemiklerdendir.

C) Uyluk kemiğinin kaval kemiği ile eklem yaptığı uç kısmında bulunan kıkırdak çeşidi hiyalin kıkırdaktır.

D) Ligamentler, kemikleri kaslara bağlayıp hareketi sağlayan yapılardır.

E) Diz ekleminin yapısındaki kıkırdak dokunun yenilenme hızı düşüktür.

## BİRE BİR ÖSYM 1

**Bir çocuğun kaval kemiğindeki epifiz plaklarından birinin tahrip olması durumunda aşağıdakilerden hangisinin ortaya çıkması beklenir?**

A) Kemikte uzamanın yavaşlaması

B) Kan üretiminin artması

C) Kemikte enine kalınlaşmanın sonlanması

D) Kemik dokuda ara madde miktarının azalması

E) Sarı ilik üretiminin azalması

3D YAYINLARI

**BİRE BİR ÖSYM 2**

**Aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilen eklemler hareket yeteneklerine göre azdan çoğa doğru sıralanmıştır?**

A) Diz eklemi - omurlararası eklem - kafatası eklemleri

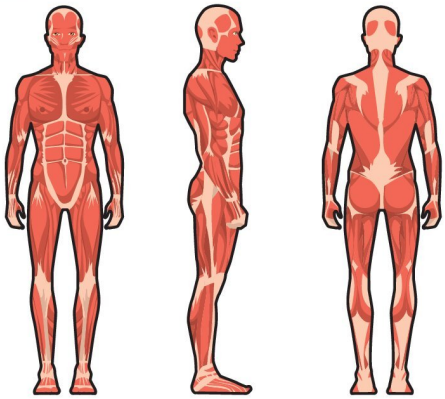
B) Kafatası eklemleri - omurlar arası eklem - diz eklemi

C) Omurlar arası eklem - diz eklemi- kafatası eklemleri

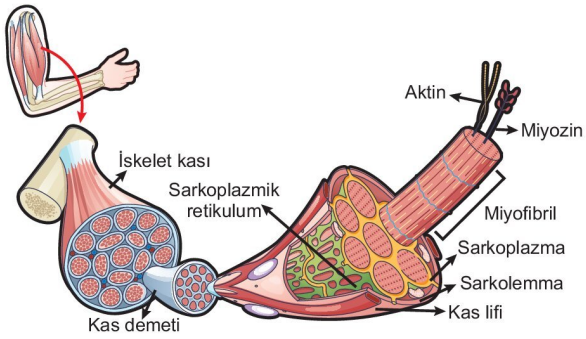
D) Diz eklemi - kafatası eklemleri - omurlar arası eklem

E) Kafatası eklemleri - diz eklemi - omurlar arası eklem

## Kas Sistemi



- Kaslar vücut şeklinin korunmasında ve hareketin sağlanmasında görev yapar.
- Konuşma, nefes alıp verme, kanın vücuda pompalanması, besinlerin sindirim kanalında ilerlemesi gibi olaylar kaslar sayesinde gerçekleşir.
- Kaslar, kas dokudan oluşur.
- Kas hücrelerine **kas lifi** denir. Kas hücelerinin zarına **sarkolemma,** sitoplazmasına **sarkoplazma**, endoplazmik retikulumuna **sarkoplazmik retikulum** denir.
- Kas lifleri kasılıp gevşeyen protein yapılı filamentlerden oluşur. Bu filamentlerden ince olanlarına **aktin**, kalın olanlarına **miyozin** denir.
- Aktinler ve miyozinler bir araya gelerek **miyofibrilleri** oluşturur.
- Miyofibriller kas liflerini, kas lifleri kas demetlerini, kas demetleri de kasları oluşturur.



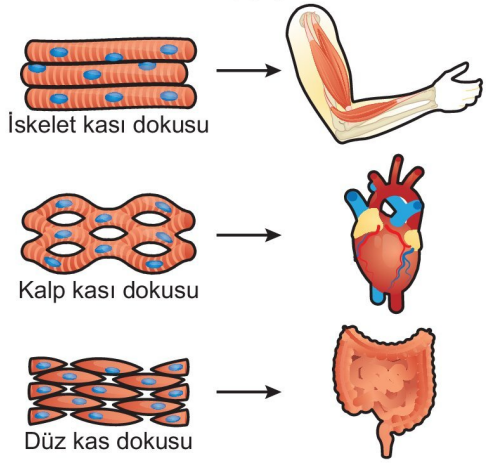

Aktin ve miyozin → Miyofibriller → Kas lifleri → Kas demetleri → Kas filamentleri

- Kas doku hücreleri özelleşmiş hücrelerdir ve enerji ihtiyaçları çok olduğundan (düz kaslar hariç) mitokondri sayısı fazladır.

**NOT**

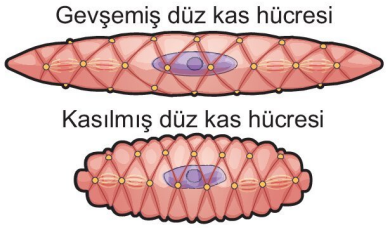
İskelet kası hücrelerinde sentrozom bulunmadığından bu hücreler bölünme özelliğini kaybetmiştir.

- Yapı ve çalışmasına göre kasların düz kas, kalp kası ve iskelet kası olmak üzere üç çeşidi vardır.




### 1. Düz Kaslar

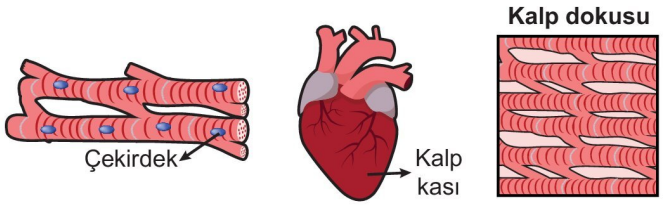
- Hücreleri mekik şeklinde ve tek çekirdeklidir.
- Çekirdek hücrenin ortasında bulunur.
- Aktin ve miyozin filamentler hücre boyunca düzenli dizilim gösterdiği için bantlaşma göstermezler.




- Yavaş kasılıp gevşerler.
- İstemsiz çalışırlar.
- Bazılarının çalışmasını otonom sinir sistemi düzenler.
- Bazıları sinirlerden uyarı almadan gerilmeyle aksiyon potansiyeli oluşturur.
- Hormonal, sinirsel ve fiziksel uyarılar sayesinde kasılırlar.
- Sindirim, solunum, dolaşım, boşaltım ve üreme sistemi organlarının yapısında bulunurlar.

3D YAYINLARI

### 2. Kalp Kası

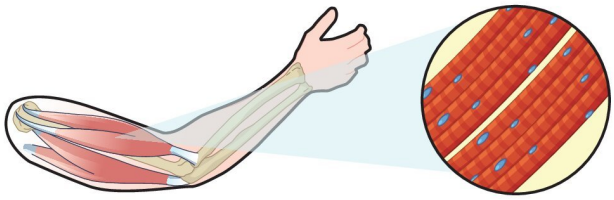



- Kalbin yapısında bulunur.
- Hücreleri bir veya iki çekirdekli olup yan dallanmalar yapar ve komşu hücrelerin oluşturduğu dallara tutunur. Bu şekilde sıkı bir örgü demeti oluşturarak karıncıkların kasılma dalgası oluşturmasını sağlar.
- Çekirdek hücrenin merkezindedir. Hücreleri silindiriktir.
- Aktin ve miyozin filamentler düzenli dizilim gösterir. Bu nedenle mikroskop altında çizgili görünür.
- Yapısı çizgili kaslara benzer ve hızlı çalışır.
- Hücrelerinde çok sayıda mitokondri bulunur. İhtiyacı olan enerjinin büyük bir kısmını oksijenli solunumdan karşılar. Ancak egzersiz sırasında iskelet kaslarının oluşturduğu laktik asidi de kullanabilir.
- İstemsiz çalıştığı ve çalışmasını otonom sinir sistemi düzenlediği için çalışması bakımından düz kaslara benzer.

**NOT**

Kalp kası kendi impulsunu kendi oluşturan tek kas çeşididir ve otonom sinir sisteminden impuls almadan da çalışabilir.

### 3. İskelet Kası (Çizgili Kas)



- Vücutta en çok oranda bulunan kas çeşididir.
- İskelete tutunan kaslardır.
- Kas boyunca uzanan kas liflerinden oluştukları için mikroskop altında çizgili görünürler.
  Bu nedenle **çizgili kas** da denir.
- Hücreleri, uzun silindirik ve çok çekirdeklidir.
- Çok çekirdekli olma nedeni embriyonik dönemde birçok hücrenin birbiriyle kaynaşmış olmasıdır.
- Çekirdekler hücre merkezinde olmayıp genellikle hücre zarına yakındır.
- Beyin kontrolünde istemli olarak çalışırlar. Çalışmasını somatik sinir sistemi düzenler.
- Hızlı çalışır, güçlü kasılır ve çabuk yorulurlar.
- Hücreleri bol miktarda miyoglobin içerdiğinden kırmızı görünürler. Miyoglobin oksijen depolama yeteneğine sahip, demir içeren bir pigmenttir.

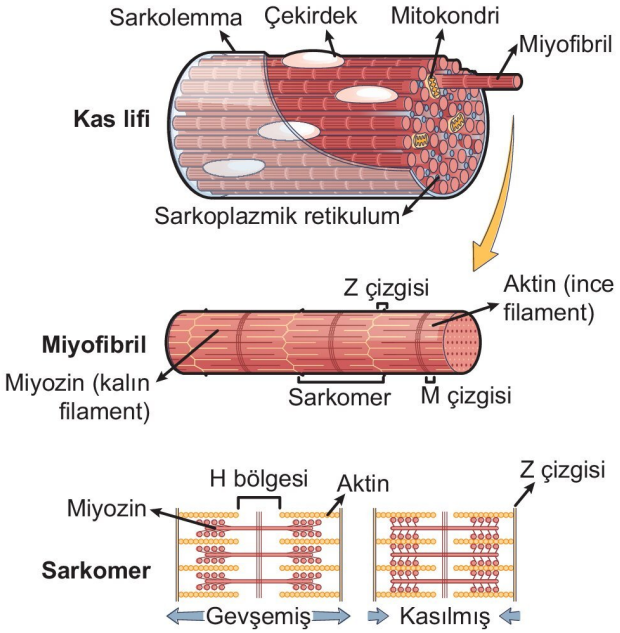
### İskelet Kaslarının Kasılma Mekanizması

- İskelet kaslarındaki aktin ve miyozin filamentlerinin düzenli tekrarlayarak oluşturdukları açık ve koyu renkli bantlı yapılar olan en küçük kasılma birimine **sarkomer** denir.

**NOT**

Düz kaslarda sarkomer yoktur.

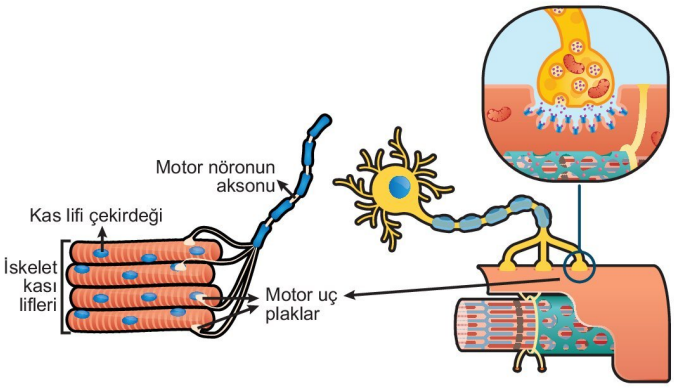
- Açık renkli görünen bantların ortasındaki çizgiye **Z çizgisi** denir.
- Sarkomer iki Z çizgisi arasında kalan kısım olup, ince olan aktin filamentleri Z çizgisinde birbirine bağlanarak sarkomerin merkezine doğru uzanır.
- Miyozin filamentleri ise daha kalın proteinlerdir ve sarkomenin merkezinde birbirine tutunur.
- Sarkomerde sadece aktin filamentlerinden oluşan kısma **I bandı**, aktin ve miyozinlerin birlikte yer aldıkları kısma **A bandı** denir.
- A bantlarının ortasında, sadece miyozin filamentlerinden oluşan kısma ise **H bandı** denir.




- Kasların kasılması **kayan filament modeliyle** açıklanır. Bu modele göre,
- İskelet kasları kasılırken,
  - Z çizgileri birbirine yaklaşır.
  - I bandı daralır.
  - H bandı daralır ve kaybolur.
  - Sarkomerin boyu kısalır.
  - Kasın boyu kısalır ve kalınlığı artar.
  - Kasın kütlesi ve hacmi ile A bandının, aktinlerin ve miyozinlerin boyu değişmez.

3D YAYINLARI

- İskelet kasları gevşerken,
  - Z çizgileri birbirinden uzaklaşır.
  - I bandı genişler.
  - H bande görünür hale gelir ve genişler.
  - Sarkomerin boyu uzar.
  - Kasın kütlesi ve hacmi ile A bandının, aktinlerin ve miyozinlerin boyu değişmez.
- İskelet kasları, somatik sinir sistemine ait motor nöronlar ile uyarılır.
- Motor nöronlar, birçok kas lifiyle sinaps yapar.
- Bir motor nöron ve kontrol ettiği tüm lifler motor birimi oluşturur.
- Motor lifler kasların uyarılmasını sağlar.
- Motor nöronun kas hücresi ile sinaps yaptığı bölgeye **motor uç plak** denir.




- Motor nöron boyunca iletilen impuls akson ucuna geldiğinde,

1. Motor nöronun akson ucundan sinaptik boşluğu nörotransmitter olarak asetilkolin salgılanır. Asetilkolin sarkolemmadaki $Na^+$ kanallarının açılmasına ve hücreye bol miktarda $Na^+$ iyonunun girmesine neden olur (kas hücresi depolarize olur).
2. Uyarılan kas hücresinde impulslar sarkolemma boyunca yayılır ve sarkoplazmik retikuluma ulaşır.
3. Sarkoplazmik retikulumda depolanan $Ca^{+2}$ iyonları sarkoplazmaya bırakılır.
4. $Ca^{+2}$ iyonları, sarkomerdeki aktinlerin üzerinde bulunan proteine (troponin) bağlanır. $Ca^{+2}$'nin özel proteine bağlanması şekil ve konumunun değişmesine neden olur ve miyozinin aktine bağlanacağı kısım açığa çıkar.
5. Miyozinin başında bulunan ATP hidroliz edilir ve oluşan enerji miyozin başının aktine bağlanmasını sağlar. Miyozinin aktine bağlanması ile aktin filamentleri sarkomerin merkezine doğru kayar ve kas kasılır.

**Shorts 6**

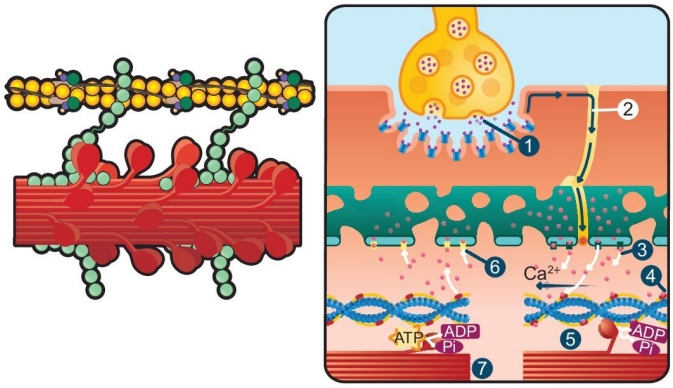
**Yoğun kas aktivitesi sırasında iskelet kaslarında ATP üretimi nasıl sağlanır?**

**NOT**

Miyozinin başına ATP molekülünün bağlanması ile miyozin başı formasyonunu kaybederek aktini bırakır.

- Kasın kasılması için gereken en düşük uyarı şiddetine **eşik değer** denir.
- Uyarı şiddeti eşik değerin altında ise kas lifinde uyarı oluşmaz. Eşik değer ve üzerindeki uyarılar kas lifinde aynı şiddette tepkiye neden olur. Buna **ya hep ya hiç kuralı** denir.
- Kasılan kasın gevşemesi için impuls iletiminin kesilmesi gerekir.

6. Kasılma tamamlanınca $Ca^{+2}$ iyonları aktif taşıma ile sarkoplazmik retikuluma alınır.
7. $Ca^{+2}$ derişiminin azalması aktin üzerindeki özel proteinden $Ca^{+2}$'nin ayrılmasına, bu durum da miyozinin aktine bağlandığı kısmın kapanmasına neden olur ve kas gevşer.



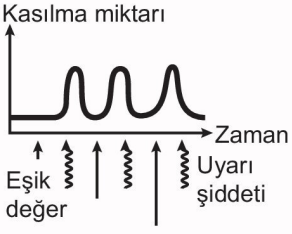

**NOT**

Miyozinin aktinden ayrılması için ATP'ye ihtiyaç vardır. Kaslar hem kasılırken hem de gevşerken ATP harcanır. Kasta yeterli ATP varsa kasılma ve gevşeme devam eder.

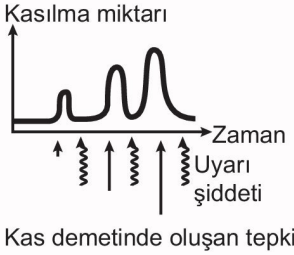
**MERAKLISINA**

**Neden çizgili kaslar düz kaslara göre daha hızlı kasılır?**

Kas demetlerinde eşik değerleri farklılık gösteren çok sayıda kas lifi bulunur. Bu nedenle uyarı şiddetinin belli bir noktaya kadarki artışı, uyarılan kas lifi sayısını artırdığından tüm kas lifleri uyarılıncaya kadar tepkinin güçlenmesine neden olur.



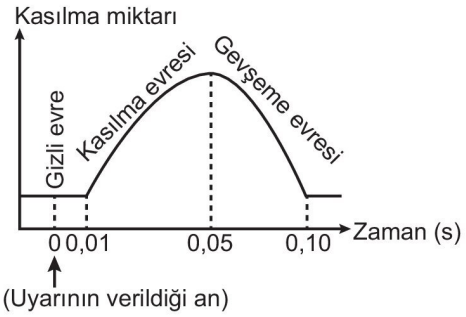

Kas lifinde oluşan tepki




Kas demetinde oluşan tepki

3D YAYINLARI

- İskelet kaslarının bilinç yerinde iken, dinlenme halindeki hafif kasılı ve gergin olmasına **kas tonusu** denir.
- Kasın kasılma sonrası normal durumuna dönmesine **gevşeme evresi** denir.
- En az eşik değerde uyarı verilen bir kasın kasılıp gevşemesine **kas sarsı** denir ve bu olay üç evrede gerçekleşir. Bu evreler şunlardır:
  - **Gizli evre:** Uyarının verildiği andan kasılmanın başladığı ana kadar geçen süredir.
  - **Kasılma evresi:** Kasılmanın başladığı andan gevşemenin başladığı ana kadar geçen süredir.
  - **Gevşeme evresi:** Kasın gevşemeye başladığı andan tekrar eski haline döndüğü ana kadar geçen süredir.




- Kas lifinin gevşemeye fırsat vermeden art arda sık uyarılması nedeni ile kasılı kalmasına **fizyolojik tetanus** denir. Spazmlar ve kramplar bu duruma örnektir.

**NOT**

Kalp kasında ve düz kaslarda fizyolojik tetanus görülmez.

### Kaslarda Enerji Metabolizması

- Kasların kasılıp gevşemesi için gerekli olan enerji öncelikle kas hücrelerindeki mevcut ATP'den karşılanır.

$$ATP + H_2O \xrightarrow{ATPaz} ADP + P_i + Enerji$$

- Hücrede çok az miktarda bulunan mevcut ATP'nin hızla tükenmesinin ardından iskelet kasları ve kalp kası hücreleri anlık ATP ihtiyacını kreatin fosfattan sağlar. Mevcut ATP'den çok daha fazla bulunan kreatin fosfat (CP) enerji ihtiyacı olduğunda kas hücrelerinde parçalanır. Açığa çıkan fosfat, ADP ile birleştirilir ve ATP'ye dönüştürülür. Bu ATP'ler yaklaşık 15 saniye ihtiyacı karşılar.

**Kasılma sırasında;**

$$Kreatin\ fosfat + ADP \longrightarrow Kreatin + ATP$$

**NOT**

Kas gevşediğinde, dinlenme sırasında kreatinden kreatin fosfat sentezler.

**Dinlenme sırasında;**

$$Kreatin + ATP \longrightarrow Kreatin\ fosfat + ADP$$

- Üretilen enerjinin kasların kasılıp gevşemesinde yeterli gelmediği durumlarda kas hücresinde depolanan glikojen glikoza dönüştürülür. Glikoz fosfat molekülü oluşur. Kana geçemeyen bu molekül kasların enerji ihtiyacının karşılanmasında kullanılır.
- Glikoz fosfat, oksijenli solunum ile ya da laktik asit fermantasyonu ile parçalanır ve ATP sentezlenir.

$$Glikojen \longrightarrow Glikoz\ fosfat \xrightarrow{Oksijenli\ solunum} CO_2, H_2O, ATP, ısı$$

$$Glikojen \longrightarrow Glikoz\ fosfat \xrightarrow{Laktik\ asit\ fermantasyonu} Laktik\ asit, ATP, ısı$$

**NOT**

Kısa süreli kuvvetli kas faaliyetlerinde oksijen yetersizliğine bağlı olarak kullanılan enerjinin çoğu laktik asit fermantasyonundan karşılanır. Kas faaliyetinin süresi uzadıkça gerekli enerji oksijenli solunumdan karşılanır. Fermantasyon sonucu oluşan laktik asit karaciğere gönderilip karaciğerde pirüvik aside dönüştürülerek oksijenli solunumda kullanılır.

**MERAKLISINA**

Sağlıklı bir insanda kaslarda oluşan laktik asidin bir kısmı idrarla ve terle atılabilir.

**NOT**

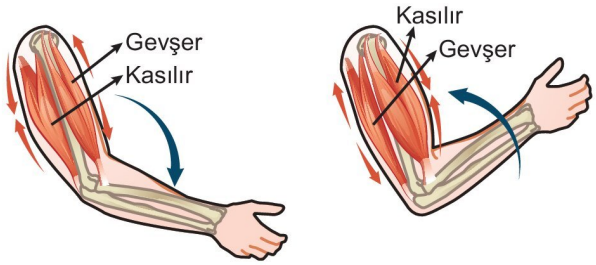
Kasılma sırasında çizgili kaslarda;

| | | | |
|---|---|---|---|
| • ATP<br>• kreatin fosfat<br>• glikojen<br>• glikoz<br>• oksijen<br>• pH | miktarı azalır. | • ATP<br>• kreatin<br>• fosfat<br>• karbondioksit<br>• su<br>• laktik asit<br>• ısı | miktarı artar. |

- Birlikte çalışan kaslar aynı anda kasılıp aynı anda gevşiyorsa bunlara **sinerjist kaslar** denir. Nefes alma ve nefes verme sırasında sırt ve karın kasları birlikte kasılır ve gevşer. Parmakların hareketini sağlayan el bilek kaslarıda sinerjisttir.

3D YAYINLARI

- İskeletin aynı bölümüne bağlanmış kaslardan biri kasılırken diğeri gevşiyorsa, yani kaslar birbirine zıt çalışıyorsa bunlara **antagonist kaslar** denir. Kolun bükülmesi sırasında pazu kaslarından içtekiler kasılırken dıştakiler gevşer.

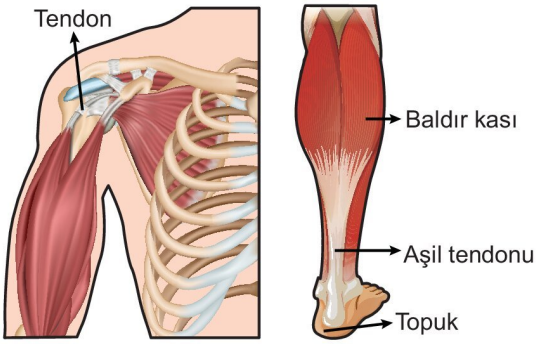



**NOT**

Sinerjist kaslar eklemlere aynı yönde etki edip aynı hareketin yapılmasını sağlarken, antagonist kaslar zıt yönde etki edip vücut kısımlarının ileri geri hareketini sağlar.

### Tendonlar

- İskelet kaslarını kemiklere bağlayan, lifli bağ dokudan oluşan yapılara **tendon** denir.
- Fiziksel gerilmelere karşı oldukça dayanıklı olan tendonların kasılıp gevşeme yeteneği yoktur.
- Tendonların işlevi kastan aldığı kuvveti kemiğe iletip hareketin gerçekleşmesini sağlamaktır.

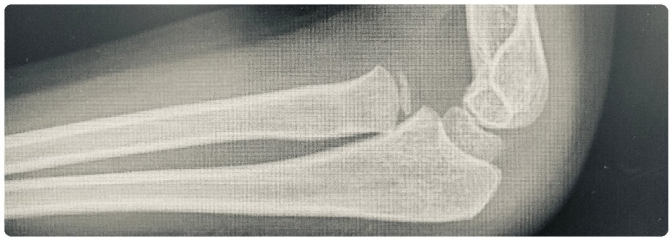



- Vücuttaki en büyük tendonlardan biri aşil tendonudur.

### Destek ve Hareket Sistemi Rahatsızlıkları

- **Kırık:** Çarpma, vurma, düşme gibi darbeler nedeni ile kemik bütünlüğünün bozulmasıdır.

- **Çıkık:** Oynar eklemlerin zorlanması nedeni ile eklemin yerinden ayrılmasıdır.



- **Burkulma:** Eklemlerin birleşme noktalarında bulunan ve lifli bağ dokudan oluşan eklem bağlarının gerilmesi, kopması ya da yırtılmasıdır.

- **Menisküs Yırtığı:** Diz eklemindeki kıkırdak dokudan oluşan yapıya **menisküs** denir. Bu kıkırdak dokunun zarar görmesine ve yırtılmasına **menisküs yırtığı** denir.
- **Eklem Rahatsızlıkları:** En sık rastlanılanlar eklem iltihabı ve romatizmal eklem hastalığıdır. Genellikle eklem bölgesindeki kıkırdak yapının zedelenmesi ve eklem sıvısının azalması nedeni ile oluşan, eklemin görevini yerine getirememesine sebep olan rahatsızlıklara **eklem rahatsızlığı** denir.

**NOT**

Romatoid artrit, otoimmün bir hastalık olup bireyin bağışıklık sisteminin eklem dokusuna saldırması sonucu oluşur.

**NOT**

Destek ve hareket sisteminin sağlığının koruması için sağlıklı beslenmek ve spor yapmak, güneş ışınlarından yeteri kadar faydalanmak gerekir.

### Destek ve Hareket Sisteminin Sağlığının Koruması

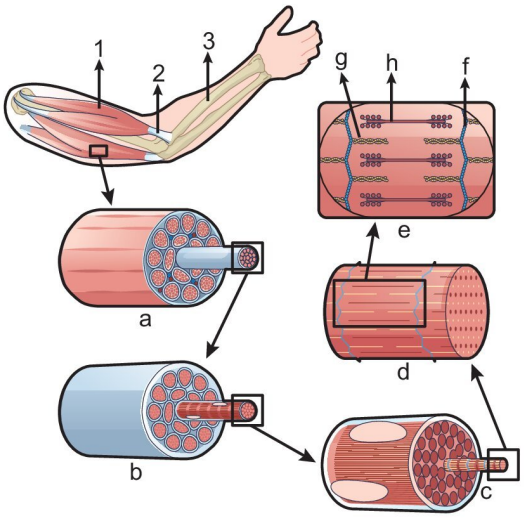
- Destek ve hareket sisteminin gelişimi ve sağlığının korunmasını STH, tiroksin, kalsitonin, parathormon, östrojen ve progesteron hormonları da etkiler.
- Kemik oluşumu ve gelişimi için D, A ve C vitaminlerine özellikle ihtiyaç vardır.
  - D vitamini bağırsaklardan kalsiyum emilimi için gereklidir.
  - A vitamini kemiklerin ve kasların sağlıklı gelişimini sağlar.
  - C vitamini kemiğe esneklik kazandıran liflerin sentezinde görev yapar.
  - Güneş ışınları D vitamininin öncül maddesinin aktif hale getirilmesini sağlar.
  - D vitamini eksikliği çocuklarda raşitizme yetişkinlerde osteomalaziye neden olur.

3D YAYINLARI

➜ Omurganın sağlığı için uygun duruşla kemikler ve eklemler zorlanmadan çalışması sağlanmalıdır.

## ETKİNLİK 4

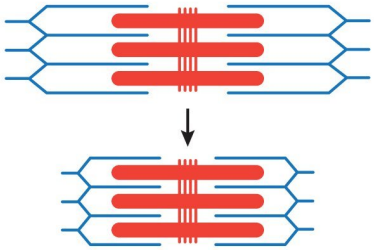
Aşağıdaki görselde destek ve hareket sisteminde bulunan bazı yapılar numaralarla, 1 numaralı yapıyı oluşturan birimler ise harflerle gösterilmiştir.




**Görselde verilen numaralandırılmış ve harflendirilmiş yapıların neler olduğunu yazınız.**

## ETKİNLİK 5

Aşağıdaki görselde bir iskelet kasındaki sarkomerde meydana gelen değişimler verilmiştir.



**Sarkomerin ok yönündeki hareketi sırasında aşağıda verilen özelliklerden meydana gelen değişimleri belirtiniz.** (↑:artar, ↓:azalır, ↔ :değişmez)

| | |
|---|---|
| Z çizgileri arasındaki mesafe | |
| H bandının boyu | |
| I bandının boyu | |
| A bandının boyu | |
| Kasın hacmi | |
| Kasın kütlesi | |
| Aktin filamentlerinin boyu | |

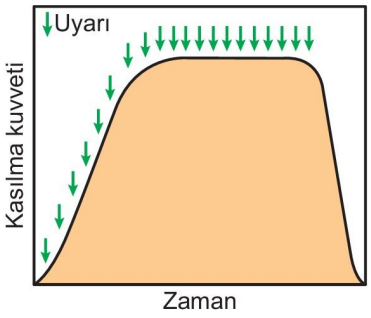
## ETKİNLİK 6

**İskelet kaslarının kasılması sırasında aşağıda verilenlerden miktarı artması beklenenlerin karşısındaki kutucuğu " ✔" işareti ile işaretleyiniz.**

| | |
|---|---|
| Tüketilen kreatin fosfat | ☐ |
| Kaslarda oluşan ısı | ☐ |
| Tüketilen oksijen | ☐ |
| Tüketilen glikoz fosfat | ☐ |
| Oluşan kreatin | ☐ |
| Oluşan karbondioksit | ☐ |
| Hücrelerdeki depo glikojen | ☐ |

## BECERİ TEMELLİ SORU 3

Aşağıdaki şekilde sağlıklı bir insanın vücudundaki bir kas lifinin uyarılara verdiği tepki gösterilmiştir.




**Buna göre, verilen kas çeşidi ve oluşan tepki ile ilgili,**

I. Kalp kası olup uyarı şiddetinin artışına bağlı olarak kasın verdiği tepkidir.

II. Düz kas olup otonom sinirin kası uyarmasına bağlı olarak verilen tepkidir.

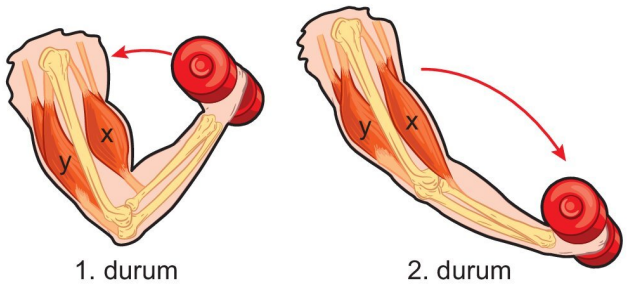
III. İskelet kası olup sık uyarılmaya bağlı olarak verilen tepkidir.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I ve III

3D YAYINLARI

## BECERİ TEMELLİ SORU 4




1. durum 2. durum

**Sağlıklı bir bireyde kolun hareketinin 1. durumdan 2. duruma geçmesi sırasında x ve y kaslarında meydana gelen değişimler ile ilgili seçeneklerdeki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) x kasının boyu uzarken y kasının boyu kısalmıştır.

B) x ve y kasları antagonist çalışmıştır.

C) x kasını ön kol kemiğine bağlayan tendonlar kasılmış, y kasını dirsek kemiğine bağlayan tendonlar gevşemiştir.

D) y kasının yapısındaki kas tellerinin sarkoplazmasındaki $Ca^{+2}$ miktarı artmıştır.

E) x kasının hacmi ve kütlesi değişmemiştir.

## BİRE BİR ÖSYM 3

**Aşağıdaki özelliklerden hangisi insandaki kas çeşitlerinden sadece kalp kasına özgüdür?**

A) Enine bantlaşma görülmesi

B) Kasılma sırasında kalsiyum iyonlarının işlev görmesi

C) Kasılma sırasında aktin ve miyozin iplikçiklerinin birbiri üzerinde kayması

D) İstemsiz çalışması

E) Kasılma için kendi ritmik uyartılarını oluşturabilmesi

## BİRE BİR ÖSYM 4

**İnsanda iskelet kaslarının kasılmasıyla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) İskelet kaslarının kasılması sırasında $Ca^{+2}$ iyonlarına gereksinim duyulur.

B) Kasılma sırasında iskelet kası hücrelerindeki aktin ve miyozin filamentlerinin boyu kısalır.

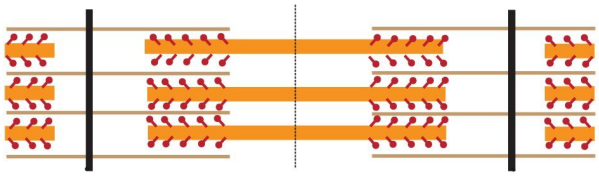
C) İskelet kasları enerji kaynağı olarak glikojeni kullanabilir.

D) İskelet kas hücrelerinin uyarılmasını motor sinirler sağlar.

E) İskelet kaslarının kasılması sırasındaki sarkomerin boyu kısalır.

## BİRE BİR ÖSYM 5

Aşağıdaki şekil bir iskelet kasının mikroskobik yapısını göstermektedir.



**Kayan iplikler modeline göre;**

**Kasılma sırasında;**

I. sarkomerin boyunun kısalması,

II. aktin ve miyozin ipliklerinin boyunun kısalması,

III. "I" bandının daralması,

**Gevşeme sırasında;**

IV. "A" bandının boyunun uzaması,

V. "Z" çizgilerinin birbirinden uzaklaşması

VI. "H" bandının boyunun aynı kalması

**olaylarından hangileri görülür?**

A) I, II ve IV B) I, III ve V C) II, III ve VI

D) I, II, IV ve V E) II, III, V ve IV

| BİRE BİR ÖSYM SORULARI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. A | 2. B | 3. E | 4. B | 5. B | |
| **BECERİ TEMELLİ SORULAR** | | | | | |
| 1. B | 2. D | 3. D | 4. C | | |

NOTLARIM

NOTLARIM

3D YAYINLARI

**1.** **Tüm kemik çeşitlerinde bulunan periost ile ilgili,**

I. Kemiğin enine büyümesini sağlar.

II. Kırılan kemiğin onarımında görev yapar.

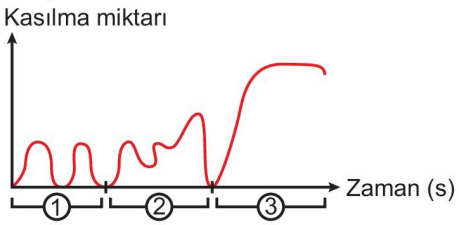
III. Bol miktarda kan damarı bulundurur.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**2.** Aşağıdaki grafikte bir kas lifine verilen uyarının sıklığına bağlı olarak kas lifinde meydana gelen kasılma miktarları gösterilmiştir.




**Buna göre, numaralandırılmış zaman aralıklarında kas lifine verilen uyarıların sıklığının <u>çoktan aza</u> doğru sıralanışı nasıldır?**

A) 1 - 2 - 3 B) 3 - 2 - 1 C) 3 - 1 - 2

D) 2 - 3 - 1 E) 1 - 3 - 2

**3.** **İskelet kaslarını oluşturan hücrelerin enerji eldesinde kullandığı,**

I. glikojen

II. kreatin fosfat,

III. glikoz

**moleküllerinin kullanım sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?**

A) I - II - III B) I - III - II C) II - III - I

D) III - I - II E) III - II - I

**4.** **İskelet sistemi;**

I. kaslara bağlanma yüzeyi oluşturma,

II. mineral depolama,

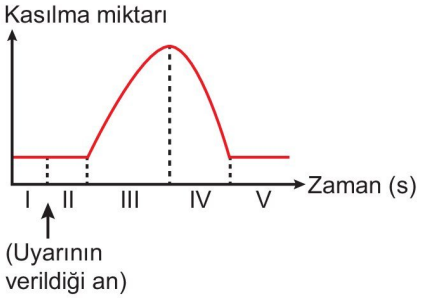
III. kan hücrelerinin üretimini uyaran hormonu sentezleme

**verilen görevlerden hangilerini gerçekleştirir?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**5.** Aşağıdaki grafikte bir iskelet kasının kasılma evreleri verilmiştir.




**Buna göre, numaralandırılmış zaman dilimlerinde gerçekleşen olaylar ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) I. zaman aralığında kas tonus durumundadır.

B) II. zaman aralığında kas tellerinde ATP harcanmaz.

C) III. zaman aralığında kas tellerindeki kreatin fosfat miktarı azalır.

D) IV. zaman aralığında kastaki sarkomerlerin boyu uzar.

E) V. zaman aralığında kas tellerinde $CO_2$ ve ısı oluşumu devam eder.

**6.** **Bacak kasının kasılması sırasında oluşan;**

I. ADP,

II. laktik asit,

III. karbondioksit

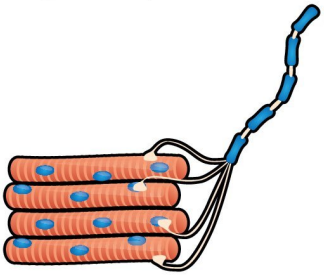
**moleküllerinden hangileri ince bağırsakta bulunan kasların kasılması sırasında da oluşabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

**7.** Aşağıdaki görselde bir iskelet kasının motor nöron ile yaptığı bağlantı gösterilmiştir.



**Buna göre,**

I. Görselde verilen nöron somatik sinir sistemine ait olabilir.

II. Motor nöronun aksonu çok sayıda kas teli ile bağlantı kurabilir.

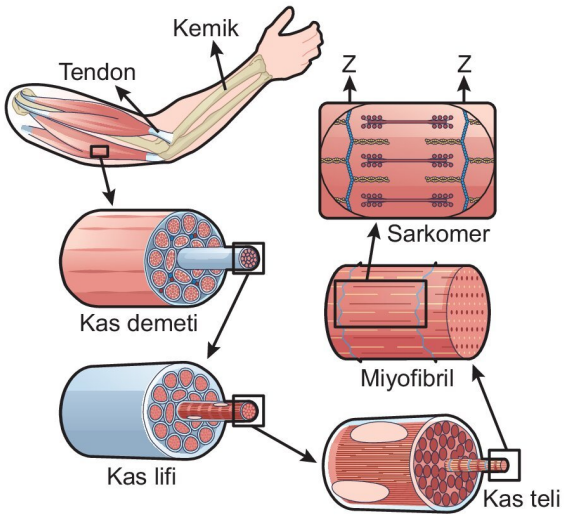
III. İskelet kasındaki kas tellerine uyarı aynı anda iletildiğinden kas telleri birlikte ve hızlı tepki verebilir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**8.** Aşağıdaki şekilde koldaki destek ve hareket yapıları ile kol kasını oluşturan birimler gösterilmiştir.




**Buna göre, verilen yapılar ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Tendonlar, kası kemiğe bağlar.

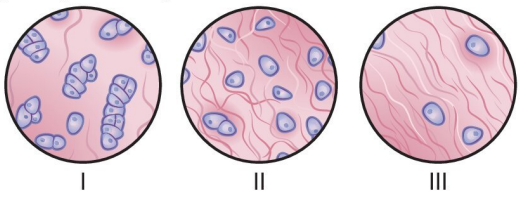
B) Kas demetinin yapısında çok sayıda kas lifi bulunur.

C) Kol kemikleri uzun kemiklerdendir.

D) Kas teli miyofibrillerden oluşur.

E) Kasılma sırasında sarkomerin yapısındaki Z bantları birbirine yaklaştığı için aktin ve miyozinlerin boyu kısalır.

**9.** Aşağıdaki şekilde insan vücudunda bulunan kıkırdak çeşitleri gösterilmiştir.



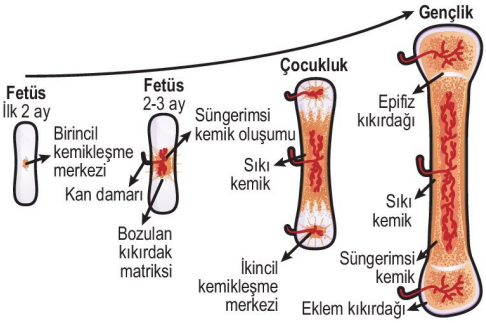

**Buna göre, numaralandırılan kıkırdak çeşitlerinin bulunduğu kısımlar ile ilgili seçeneklerdeki eşleştirmelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) I → Bronş B) II → Epiglottis

C) III → Diz eklemi D) I → Kulak kepçesi

E) III → Omur diskleri

**10.** Aşağıdaki şekilde sağlıklı bir bireyin embriyonik döneminden adolesanlığa (gençliğe) kadarki kemik oluşumu ve gelişimi süreci gösterilmiştir.




**Buna göre, aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Embriyonik gelişimin ikinci ayında fetüsün iskeleti büyük oranda kıkırdak dokudan oluşur.

B) Üç aylık bir fetüste süngerimsi kemik oluşmaya başlamıştır.

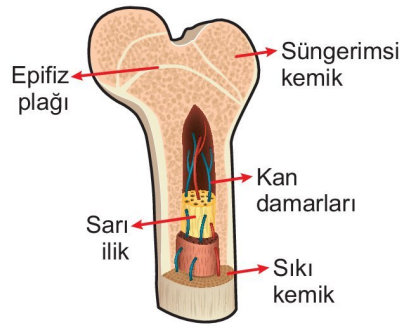
C) Embriyoda sıkı kemik doku oluşumu, süngerimsi kemik doku oluşumundan erken başlar.

D) Çocukluk döneminde kemik gelişimi devam ettiğinden kalsiyum, fosfor gibi minerallere ve güneş ışığına ihtiyaç fazladır.

E) Adolesan dönemde epifiz plağı henüz kemikleşmediği için boy uzaması devam edebilir.

3D YAYINLARI

**1.** Aşağıdaki görselde uzun bir kemikte bulunan bazı yapılar verilmiştir.




**Buna göre, uzun kemikler ve bulundurduğu yapılar ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Kemiğin beslenmesini sadece kemiğin yüzeyini saran periostta bulunan kan damarları sağlar.

B) Baş kısmında süngerimsi kemik doku, gövde kısmında sıkı kemik doku yoğunlaşmıştır.

C) Sarı kemik iliği, gövdeye paralel olarak uzanır.

D) Baş kısmında bulunan epifiz plağı kemiğin uzamasını sağlar.

E) Kırmızı ilik kan hücrelerinin üretim yeridir.

**2.** **Göğüs kemiği, kürek kemiği ve pazu kemiğinde;**

I. periost,

II. sıkı kemik doku,

III. sarı ilik,

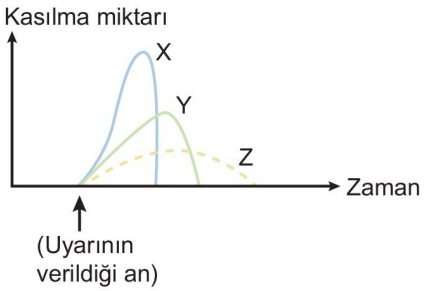
IV. süngerimsi kemik doku

**yapılarından hangileri ortak olarak bulunur?**

A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve III

D) I, II ve IV E) II, III ve IV

**3.** Aşağıdaki grafikte aynı anda uyarı verilen üç kas çeşidinin uyarıya verdiği cevap gösterilmiştir.




**X, Y ve Z olarak ifade edilen kaslardan birinin iskelet kası, birinin kalp kası, birinin ise düz kas olduğu bilindiğine göre,**

I. X iskelet kası, Y kalp kası, Z düz kas olabilir.

II. X kası istemli, Y ve Z kasları istemsiz çalışabilir.

III. X ve Y kaslarında enine bantlaşma görülürken, Z kasında enine bantlaşma görülmez.

**yorumlarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**4.** **İskelet kaslarının kasılmasında aşağıdaki olaylardan hangisi en son gerçekleşir?**

A) Motor uç plaktan nörotransmitter salgılanması

B) Sarkolemma üzerindeki $Na^{+}$ kanallarının açılması

C) Sarkoplazmadaki $Ca^{+2}$ iyonlarının derişiminin yükselmesi

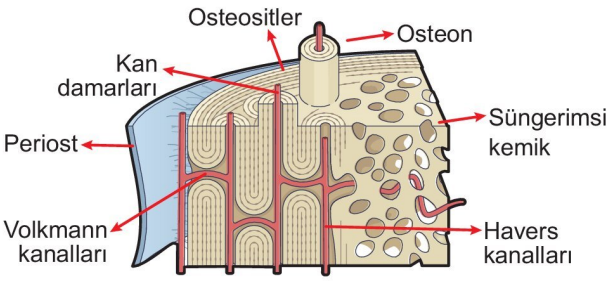
D) Aktin filamentlerin miyozin filamentler üzerinde kayması

E) $Ca^{+2}$ iyonlarının aktin üzerinde konumlanmış proteini kaydırarak miyozinin aktine bağlanacağı kısmı açığa çıkarması

3D YAYINLARI

1.A 2.D 3.E 4.D 5.E 6.C 7.B 8.C 9.A 10.A

**5.** Aşağıdaki görselde uzun bir kemiğe ait kesitte bulunan bazı yapılar verilmiştir.




**Şekildeki yapılar ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Osteon, merkezi bir kanal çevresinde dairesel olarak sıralanmış kemik tabakalar ve tabakalar arasında konumlamış osteositlerden oluşur.

B) Havers kanalları osteonun merkezinde yer alır.

C) Volkmann kanalları, Havers kanallarını yatay olarak birbirine bağlar.

D) Kan damarları kemiğe periosttan giriş yapar.

E) Verilen kesitteki tüm yapılar kemiğin sıkı ve süngerimsi kemik dokularında ortak olarak bulunur.

**6.** **Bir insanın eksen iskeletinde aşağıdaki kemiklerden hangisi bulunmaz?**

A) Kafatası kemiği B) Omur kemiği

C) Uyluk kemiği D) Göğüs kemiği

E) Kaburga kemiği

**7.** **Aşağıdaki eklemlerden hangisinin hareket yeteneği diğerlerinden azdır?**

A) Koldaki pazu ve ön kol kemiği arasındaki eklem

B) Sırt omurları arasındaki eklem

C) Parmak kemiklerinin arasındaki eklem

D) Bacaktaki uyluk kemiği ile kaval kemiği arasındaki eklem

E) Omuz kemeri ile pazu kemiği arasındaki eklem

**8.** **İnsandaki kas çeşitleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Düz kas hücreleri mekik şeklinde olup hücre merkezinde tek çekirdek bulunur.

B) Kalp kası hücreleri ve iskelet kası hücreleri silindirik yapıdadır.

C) Düz kasların çalışmasını otonom sinirler, kalp kasının ve iskelet kaslarının çalışmasını somatik sinirler düzenler.

D) İskelet kası hücreleri bol miktarda miyoglobin bulundurduğundan kırmızı renkte görünürler.

E) Aktin ve miyozin filamentleri tüm kas çeşitlerinde bulunur.

**9.** **Kıkırdak doku ve epitel dokuda;**

I. kılcal damar bulundurmama,

II. reseptör olarak görev yapma,

III. ara madde içermeme

**özelliklerinden hangileri ortaktır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

**10.** **İnsan vücudundaki aşağıdaki yapılardan hangisinde hiyalin kıkırdak bulunmaz?**

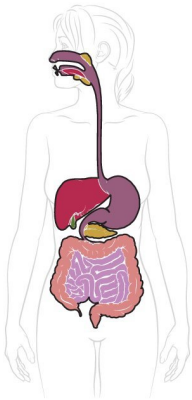
A) Östaki borusu B) Soluk borusu

C) Bronş D) Kaburga uçları

E) Burun

3D YAYINLARI

## SİNDİRİM SİSTEMİNİN YAPI, GÖREV VE İŞLEYİŞİ



- Beslenme yoluyla alınan büyük organik besinlerin kana ve hücreye geçebilmesi için yapı taşlarına parçalanması gerekir.
- Besinlerin fiziksel ve kimyasal olarak parçalanmasına **sindirim** denir.
- Sindirim sisteminde besinlerin işlenmesi dört aşamada gerçekleşir. Bunlar besinlerin alınması, sindirilmesi, dolaşıma alınması (emilim) ve oluşan sindirim artıklarının vücuttan uzaklaştırılmasıdır.
  - Beslenme yoluyla alınan besinler fiziksel ve kimyasal olarak parçalanıp yapı taşlarına dönüştürülür.
  - Oluşan moleküller, difüzyon ve aktif taşıma ile emilerek dolaşıma katılır.
  - Dolaşım sistemi ile hücrelere taşınan bu besinler hücrelerde özümleme olayları ile birleştirilebilir, depolanabilir, başka besinlere dönüştürülebilir ya da solunum reaksiyonlarında enerji elde etmek amacıyla kullanılabilir.
  - Oluşan atıklar, sindirilmeyen ve emilmeyen besinler ise dışkılamayla atılır.
- Sindirimin fiziksel (mekanik) ve kimyasal olmak üzere iki çeşidi vardır.
- **Mekanik sindirim:** Besinlerin fiziksel güçle parçalanması ve öğütülmesidir.
  - Amaç besinlerin yüzey alanını genişleterek enzim etkinliğini artırmak ve kimyasal sindirimi hızlandırmaktır. Mekanik sindirimde enzim kullanılmaz.
  - Alınan besinlerin ağızda diş ve yanak kaslarıyla çiğnenmesi, safra sıvısı ile yağların küçük yağ damlacıklarına dönüştürülmesi, mide kaslarının kasılıp gevşeyerek besinleri ezmesi olayları mekanik sindirimdir.
  - Mekanik sindirimde oluşan ürünler hücre zarından geçemez.
- **Kimyasal sindirim (hidroliz):** Büyük organik besinlerin su ve sindirim enzimleri kullanılarak kimyasal bağlarının koparılması ile yapı taşlarına parçalanmasıdır.
  - Amaç besinleri hücre zarından geçebilecek yapı taşlarına dönüştürmektir.
  - Alınan besinlerde bulunan nişastanın su ve amilaz enzimi ile maltoz ve dekstrine, yağların lipaz enzimi ile yağ asitleri ve gliserole parçalanması gibi olaylar kimyasal sindirimdir.

**NOT**

Kimyasal sindirimde ATP harcanmaz. Gerekli aktivasyon enerjisi ortam ısısından karşılanır.

**NOT**

Karbonhidratların kimyasal sindiriminde glikozit bağları; lipitlerin kimyasal sindiriminde ester bağları; proteinlerin kimyasal sindiriminde ise peptit bağları koparılır.

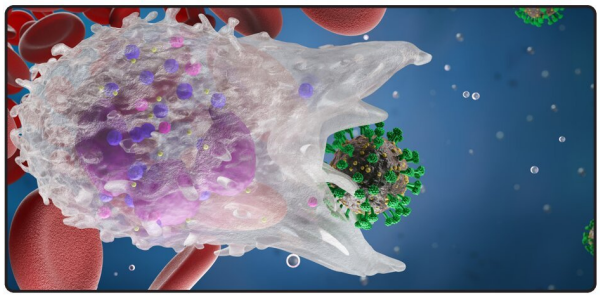
Su, tuz, mineral, vitamin ve monomer yapılı besinler sindirilmez.

- Kimyasal sindirimin hücre dışı ve hücre içi olmak üzere iki çeşidi vardır.
  - Besinlerin salgılanan enzimler ile hücrenin dışında yapı taşlarına parçalanmasına **hücre dışı sindirim** denir. Örneğin, insanda beslenme yoluyla alınan besinlerin sindirim kanalına salgılanan enzimler ile parçalanması hücre dışı sindirimdir.

**NOT**

Sindirim enzimleri sindirim kanalına ekzositoz ile salgılanır.

  - Fagositoz ve pinositozla alınan besinlerin besin kofulu oluşturulduktan sonra hücre içinde lizozom enzimleri ile parçalanmasına **hücre içi sindirim** denir. Akyuvarların mikropları alıp parçalaması ve karaciğerdeki Kupffer hücrelerinin yaşlanmış alyuvarları parçalaması hücre içi sindirimdir.



**Bir akyuvarın mikrobu fagositozla alması**

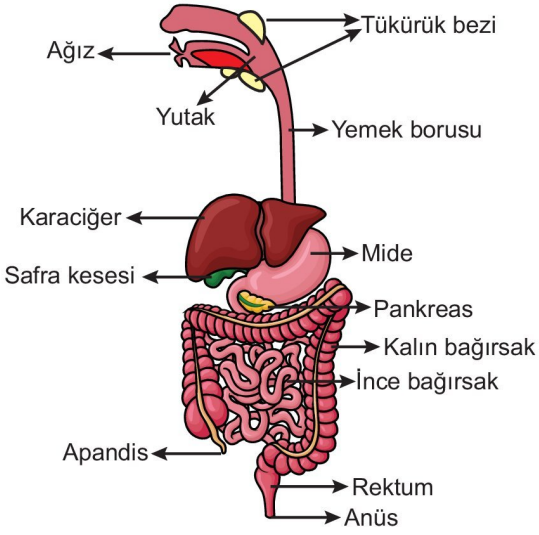
- İnsanda sindirim, sistemi sindirim kanalları ve bu kanallarla bağlantılı olan sindirime yardımcı organlardan oluşur.
  - Ağız, yutak, yemek borusu, mide, bağırsaklar ve anüs sindirim kanalını oluşturur.
  - Tükürük bezleri, karaciğer, karaciğerin ürettiği safrayı depolayan safra kesesi ve pankreas ise yardımcı bezler olup salgıları ile besinlerin sindiriminde görev yaparlar.

**NOT**

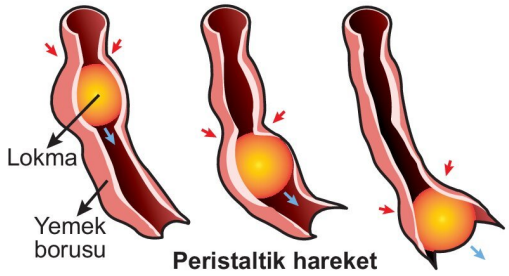
Sindirim sistemi otonom sinir sisteminin ve hormonların kontrolünde çalışır.

3D YAYINLARI

### Sindirim Kanalını Oluşturan Yapılar



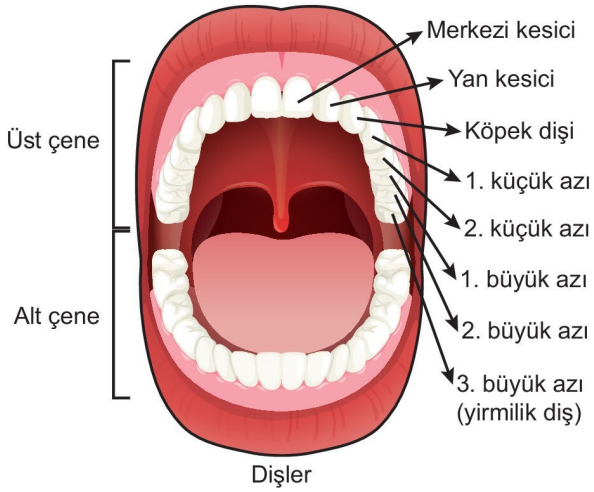

- Besinler, sindirim kanalı boyunca, sindirim kanalı duvarında bulunan halkasal düz kasların birbirini takip eden kasılıp gevşemeleri ile ilerler. Bu harekete **peristaltik hareket** denir.



Peristaltik hareket

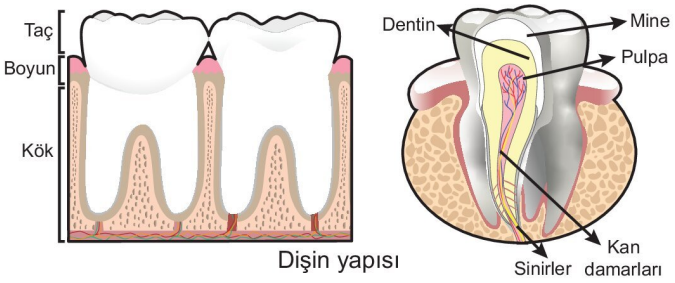
### Ağız

- Besinlerin sindirim sistemine alındığı bölümdür.
- Dudak, yanak, damak ve yutak ile çevrelenmiş bir boşluktur.
- Ağız boşluğunun iç yüzeyi **mukoza** adı verilen çok katlı örtü epiteli ile kaplıdır.
- Besinlerin fiziksel ve kimyasal sindiriminin başladığı organdır.
- Ağızda bulunan dil, dişler ve tükürük bezleri besinlerin sindiriminde etkilidir.
- Dil, besinlerin ağız boşluğunda hareket ettirilmesinde, lokmanın oluşturulmasında, yutulmasında ve besinlerin tadının algılanmasında görev yapar.
- Dişler, besinlerin koparılmasında, parçalanmasında ve öğütülmesinde görev yapar.
- Yenidoğan bir bebekte 20 tane süt dişi bulunur. Süt dişleri zamanla dökülerek yerini kalıcı dişlere bırakır.
- Yetişkin bir insanda 32 diş bulunur. Her bir yarım çenede iki kesici diş, bir köpek dişi, iki küçük azı dişi ve üç büyük azı dişi bulunur. Büyük azı dişlerinin sonuncusu yirmilik diş olup bazen bu dişler çıkmayabilir.



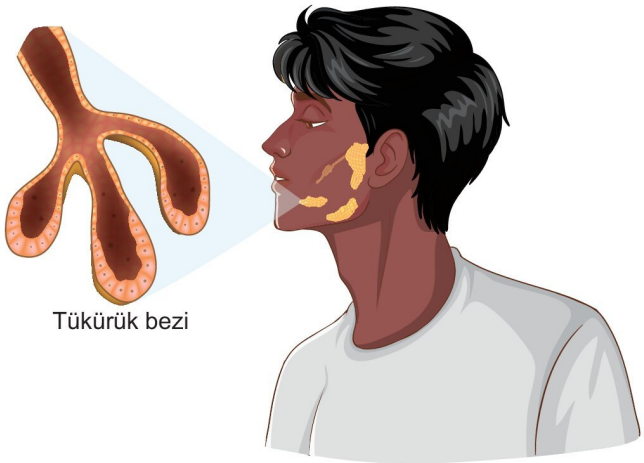
Dişler

- Bir diş morfolojik olarak taç, boyun ve kök kısımlarından oluşur.
  - Taç, dişin görünen kısmıdır.
  - Boyun, dişin diş eti ile sarılı kısmıdır.
  - Kök, dişin çene kemiğine gömülmüş kısmıdır.



Dişin yapısı

- Diş dıştan içe doğru; mine, dentin ve diş özü (pulpa) tabakalarından oluşur.
  - Mine, taç kısmını örten kalsiyum, fosfor ve flor içeren parlak, sert ve dayanıklı tabakadır.
  - Dentin, minenin altındaki kemik yapıdaki tabakadır.
  - Pulpa, dentinin altındaki tabaka olup kan damarları, sinirler ve dentin üreten hücreler bulundurur.
- Dişler yardımıyla besinlerin öğütülmesi fiziksel sindirim olup dil ve yanak kasları da fiziksel sindirime yardım eder.
- Tükürük bezleri sindirime yardımcı yapılardır.


Tükürük bezi

3D YAYINLARI

- Dil altı, çene altı ve kulak altı olmak üzere üç çift tükürük bezi vardır.
- Salgısını tükürük kanalları ile ağız boşluğuna boşaltan ekzokrin nitelikte bezlerdir.
- Tükürüğün pH'ı 6,0 - 7,0 arasında olup bileşiminde su, amilaz (pityalin), bikarbonat, sodyum, potasyum, klor, kalsiyum gibi iyonlar ve mukus bulunur. Amilaz enzimi karbonhidratlardan glikojen ve nişastanın kimyasal sindirimini sağlar.
- Mukus ağzın iç yüzeyini korur, besinlerin yutulmasını kolaylaştırır.
- Tükürükteki iyonlar asidik maddeleri nötralize eder.
- Tükürükteki lizozim antimikrobiyal bir madde olup mikrop öldürücüdür.
- Besinin ağza alınmasıyla oluşan sinirsel uyarılar beyin sapındaki merkezin uyarılmasını sağlar ve tükürük salgılanmasına neden olur. Tükürük salgılanmasında kazanılmış refleks olarak besini görmek ve kokusunu almak da uyarıcı etki yapar.

➜ Tükürüğün pH'ının artması minerallerin çökerek diş taşlarının oluşmasına, pH'ının azalması ise diş çürümelerine neden olabilir.

### Yutak (Farinks)

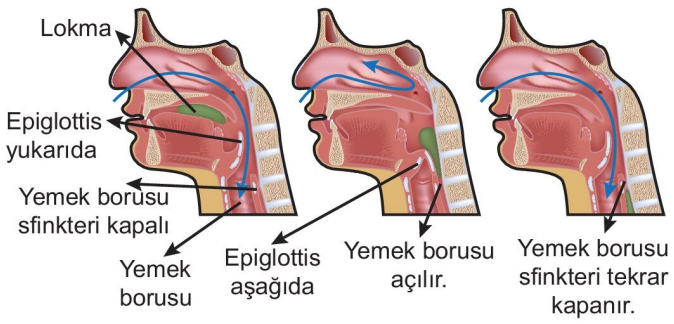
➜ Soluk borusu ile yemek borusunun ağız ve burun boşluğuna açılan kısmıdır.

➜ Ağızda fiziksel ve kimyasal sindirime uğrayan besinlerin yemek borusuna iletilmesini sağlar.

➜ Yutkunma sırasında besinlerin soluk borusuna kaçmasını engellemeyi sağlayan, elastik kıkırdak yapıda olan epiglottis (gırtlak kapağı) bu kısımda bulunur.

➜ Yutkunma sırasında ağız gerisindeki küçük dil (yumuşak damak) yukarı doğru çekilir ve besinlerin burun boşluğuna kaçmasını önler. Epiglottis alçalarak gırtlak girişini kapatır ve besinlerin soluk borusuna kaçmasını önler. Yemek borusunun başlangıç kısmındaki sfinkter (halkasal kaslar) gevşer ve besinler yemek borusuna geçer.

➜ Lokmanın yemek borusuna geçmesi ile yemek borusu sfinkteri kasılır ve kapanır. Küçük dil tekrar serbest hale geçer, gırtlak kapağı yukarı kalkar ve solunum yolu tekrar açılır.




### Yemek Borusu (Özofagus)

➜ Yutak ile mide arasında uzanan kanaldır.

➜ Yutulan besinlerin mideye iletilmesini sağlar.

➜ Yutak ve yemek borusunda fiziksel ve kimyasal sindirim olmaz.

➜ Yemek borusunun yapısında dıştan içe doğru bağ doku, kas doku ve epitel doku bulunur.

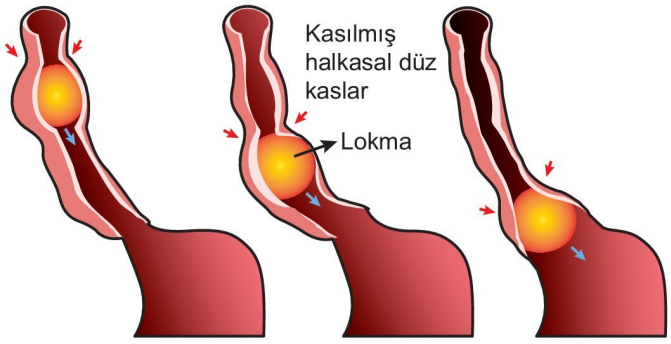
➜ İç yüzeyi mukoza adı verilen çok katlı epitel doku ile kaplıdır.

➜ Yemek borusu boyunca yerleşmiş olan ve salgı yapan bezlerin ürettiği mukus, hem mukozayı korur hem de yüzeyi kayganlaştırarak besinlerin iletilmesini kolaylaştırır.

➜ Yemek borusu ile mide arasında da sfinkter bulunur. Bu sfinkterin gevşemesi ile besinler mideye iletilir. Ters peristaltik hareket kusmaya neden olur.

➜ Yemek borusunun duvarındaki düz kasların ritmik kasılıp gevşemesi ile besinler peristaltik hareketlerle iletilir.

➜ Besinlerin hareketinde yer çekimi de etkilidir.




**Besinlerin yemek borusundaki hareketi**

**NOT**

Yutkunma istemli olarak başlayıp refleks olarak istemsiz devam eder. Çünkü yemek borusunun başlangıç kısmındaki kaslar çizgili, sonraki kısmındaki kaslar ise dairesel ve uzunlamasına yerleşmiş düz kaslardır.

### Mide

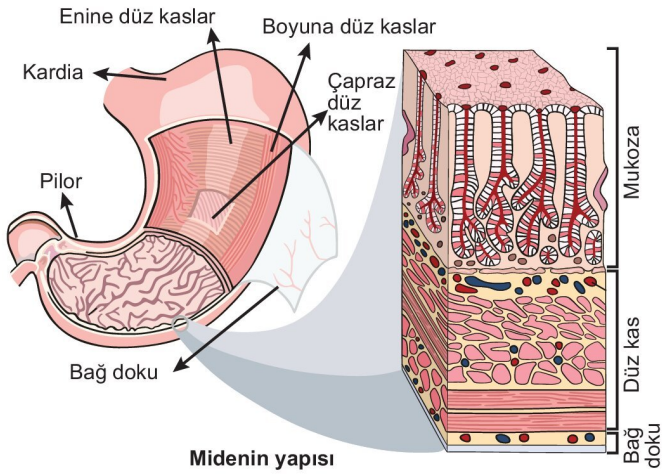
➜ Diyaframın altında, karın boşluğunun sol üst kısmında bulunan J harfine benzeyen, torba şeklinde bir organdır.

➜ Besinleri geçici olarak depo eder.

- Kasılıp gevşeyerek besinlerin fiziksel sindirimini sağlar.
- Proteinlerin kimyasal sindiriminin başladığı organdır.

➜ Midenin yemek borusu ile bağlantılı kısmına **kardia** (mide ağzı), ince bağırsak ile bağlantılı kısmına **pilor** (mide kapısı) denir. Kardia ve pilor kısımlarında halkasal kaslardan oluşan ve besinlerin mideye giriş çıkışını sağlayan sfinkterler bulunur.

3D YAYINLARI



Midenin yapısı

- Kardiadaki sfinkter mide içeriğinin yemek borusuna dönmesini engellerken, pilordaki sfinkter mide içeriğinin yavaş ve kontrollü olarak bağırsağa geçmesini sağlar.
- Midede bulamaç haline gelmiş, mideden salgılanan asidik sıvıyla karışmış ve kısmen sindirilmiş olan besine **kimüs** denir.
- Mide de dıştan içe doğru bağ doku, düz kas tabakası ve epitel hücrelerin oluşturduğu mukoza tabakasından oluşur.
- Mukoza tabakası çok sayıda katlanmalar yapar. Bu tabakada bulunan mide bezleri mide öz suyunu salgılar.
- Mukozanın dışındaki kaslı tabaka enine, boyuna ve çapraz olarak konumlanmış olup mide kaslarının yaptığı çalkalanma hareketi ile salgılar ve besinler karıştırılır. Bu hareket ile mekanik sindirim gerçekleşir.
- Midenin dışında bağ doku ve epitel dokudan oluşan **periton** bulunur. Periton, karın boşluğundaki diğer organları da örter ve karın boşluğu duvarını astarlar. Bu zardaki epitel hücrelerin ürettiği salgılar organların yüzeyini kayganlaştırır, hareketlerini rahatlatır ve sürtünmeyi engeller.
- Mide istemsiz olarak çalışan bir organdır. Çalışmasını vagus siniri ve gastrin hormonu düzenler.
- Besinlerin görülmesi, kokusunun alınması ve mide mukozasına temas etmesi ile oluşan sinirsel uyarılar mide kas faaliyetini artırır ve mide öz suyunun salgılanmasını uyarır.
  - Besinin mideye ulaşması ve mide duvarının gerilmesi ile mide bezlerinden gastrin hormonu salgılanır.
  - Gastrin hormonu kan yoluyla mide bezlerini uyarır ve mide bezlerinden mide öz suyu salgılanır. Gastrin hormonu mide hareketlerini de uyarır.

**NOT**

Midede besin bulunduğu sürece vagus siniri ve gastrin hormonu etkisi ile mide öz suyu salgılanması devam eder.

  - Mide öz suyunun pH'ı 2 civarındadır.
  - Mide öz suyunda $H^+$ ve $Cl^-$ iyonları, mukus ve pepsinojen enzimi bulunur.
  - Mukus mide yüzeyini kaplayarak asidik sıvının mide mukozasına zarar vermesini önler.

**NOT**

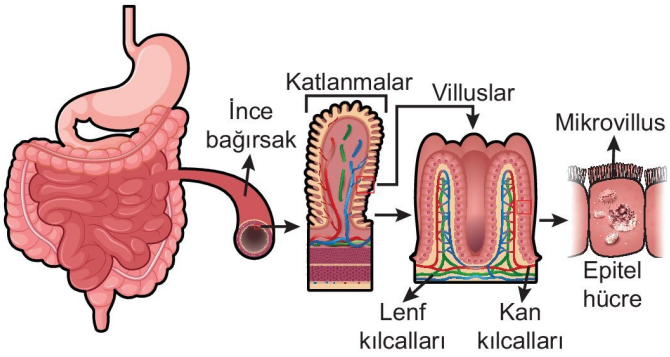
$H^+$, $Cl^-$ iyonlarının ayrı ayrı salgılanması, mukusun mide iç yüzeyini kaplaması, pepsinojenin inaktif formda salgılanması, mide öz suyunun sinirsel ve hormonel etki ile düzenlemesi mideyi koruyan adaptasyonlardır.

- HCl'nin görevleri:
  - Mide içeriğinin asidik olmasını sağlar.
  - Besinlerle alınan mikroorganizmaları öldürür.
  - Proteinleri denatüre ederek kimyasal sindirimini kolaylaştırır.
  - İnaktif enzim olan pepsinojeni aktive ederek pepsine dönüştürür. Aktifleşen pepsinler daha fazla pepsinojeni aktifleştirir.
- Pepsin, midede proteinlerin kimyasal sindirimini başlatır.

### İnce Bağırsak

- Mide ile kalın bağırsak arasındaki, yaklaşık 3 cm çapında ve 6 metreden fazla uzunluğu olan organdır.
- Mide tarafındaki yaklaşık 25 cm'lik bölümüne **duodenum** (onikipamak bağırsağı), sonraki kısmına **jejenum** (boş bağırsak), son bölümüne ise **ileum** (kıvrımlı bağırsak) denir.İleum ve jejenumun toplam uzunluğu 6 metreye yakındır.
- Dıştan içe doğru bağ doku, düz kas ve mukoza tabakalarından oluşur.
  - İnce bağırsağın dışını da periton örter.
  - İnce bağırsaktaki düz kaslar halkasal ve uzunlamasına yerleşmiş olup peristaltik hareketlerle besinin ilerlemesini sağlar.
  - Mukoza tabakası salgılama ve emilimde işlev görür.
  - Mukoza tabakasının katlanmalar yapmasını sağlayan epitel hücreleri emilim yüzeyini artıran çok sayıda parmaksı, kıvrımlar oluşturur. Bu kıvrımlara **villus** denir.
  - Villusların iç kısmında kılcal kan damarları ve lenf kılcalları vardır.
  - Villusları oluşturan epitel hücrelerin bağırsak boşluğuna bakan serbest zar yüzeylerinin oluşturduğu sitoplazmik uzantılara ise **mikrovillus** denir.
  - Villusların ömrü yaklaşık 5 gün olup yaşlanan hücreler bağırsak sıvısı ile atılırken alttaki hücreler hızla bölünerek yenilerini oluşturur.

3D YAYINLARI




**İnce bağırsağın yapısı**

- Mukoza tabakasındaki salgı bezlerinin bir kısmı bağırsak duvarını koruyan ve yüzeyi kayganlaştıran mukus salgılarken, bir kısmı sindirim enzimi içerikli ince bağırsak öz suyunu salgılar.
- Kimyasal sindirimin en yoğun olduğu organ ince bağırsaktır.
- İnce bağırsakta karbonhidrat, yağ, protein ve nükleik asitler sindirilir.
- Besinler mideden ince bağırsağın ilk kısmı olan duodenuma geldiğinde, asidik kimus pankreas, karaciğer, safra kesesi ve bağırsak duvarından salgılanan sıvılarla burada karışır.
  - Uyarılan ince bağırsaktan sekretin ve kolesistokinin hormonları ile enterokinaz enzimi salgılanır.

**Sindirim sisteminden salgılanan hormonlar ve etkiler:**

| Hormon | Salgılandığı organ | Hedef organ | Etkisi |
|---|---|---|---|
| Gastrin | Mide | Mide | Mide öz suyunun salgılanması uyarır. |
| Sekretin | İnce bağırsak | Pankreas ve karaciğer | Pankreastan bikarbonat içerikli bazik sıvının salgılanmasını uyarır. Bu sıvı asidik kimusu nötralize eder ya da hafif bazikleştirir. Karaciğerde safra salgılanmasını uyarır. |
| Kolesistokinin | İnce bağırsak | Pankreas ve safra kesesi | Pankreastan sindirim enzimlerinin salgılanmasını uyarır. Safra kesesinde depolanan safranın duodenuma salgılanmasını uyarır. |

- Sekretin hormonu sindirime yardımcı organlar olan karaciğer ve pankreası uyarır. Sekretin hormonu ile uyarılan karaciğer, safra sıvısını üreterek safra kesesine gönderir. Pankreas ise bikarbonat iyonu ($HCO_3^-$) yönünden zengin olan sıvı salgılayarak duodenuma boşaltır. Bazik nitelikteki bu sıvı, mideden gelen asidik kimusu bazik hale getirir. Ortamın bazikleştirilmesine bağırsak mukozasından salgılanan salgılar da destek olur.
- Kolesistokinin hormonu ise safra kesesini ve pankreası uyarır. Kolesistokinin hormonu ile uyarılan safra kesesi safra sıvısını koledok kanalına boşaltır ve safra duodenuma gönderilir.
  - Safra sıvısında su, yağ asitleri, bilirubin, sodyum, klor, safra pigmentleri, safra tuzları, bikarbonat iyonları ve kolesterol bulunur.

**NOT**

İnce bağırsakta kimyasal sindirim için ortam pH'ının 7,5-8 olması gerekir. İnce bağırsakta pH'ı nötralize eden duodenumdan salgılanan mukus, pankreas, karaciğer ve safra kesesinden salgılanan sıvılar bikarbonat iyonu içerir.

**Safra Sıvısının Görevleri**

- İçerdiği safra tuzları sayesinde bağırsak boşluğundaki yağları küçülterek yüzey alanını artırır (fiziksel sindirim).
- Kimusun pH'ının yükselmesini sağlar (bazik nitelikte olduğu için).
- Karaciğerde hemoglobinin parçalanması ile oluşan bilirubin ve kolesterolü uzaklaştırır.
- Bağırsakta bakterilerin üremesini ve kokuşmayı önler.
- Dışkıya renk verir (içerdiği biluribin sayesinde).

- Kolesistokinin hormonu ile uyarılan pankreas, sindirim enzimleri içerikli pankreas öz suyunu Wirsung kanalı ile duodenuma gönderir.
  - Pankreas öz suyunda bulunan enzimler; DNAaz, RNAaz, amilaz, lipaz, tripsinojen, kimotripsinojen ve prokarboksipeptidazdır. DNAaz ve RNAaz nükleik asitlerin, lipaz ise yağların kimyasal sindirimini başlatır.

    İnaktif haldeki tripsinojen enterokinaz enzimi ile aktive olup tripsine dönüşür. Tripsin de kimotripsinojeni kimotripsine ve prokarboksipeptidazı karboksipeptidaza çevirip aktive eder.

    Amilaz enzimi nişasta ve glikojen sindiriminde görev yapar.

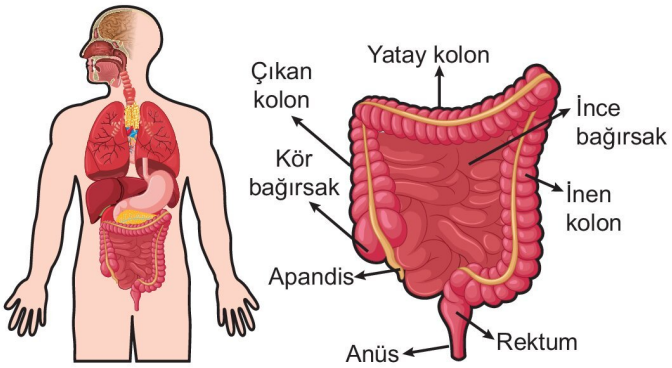
- İnce bağırsağın duodenum kısmından sonra besinler ince bağırsağın salgıladığı enzimler ile sindirilmeye devam eder.
  - İnce bağırsak mukozasından salgılanan sıvıda maltaz, laktaz, sukraz, dekstrinaz, aminopeptidaz, karboksipeptidaz, dipeptidaz, nükleotidaz, nükleozidaz ve fosfataz enzimleri bulunur.

- Sindirim ince bağırsakta tamamlanır ve sindirim sonucu oluşan yapıtaşları, su, mineral ve vitaminler büyük oranda ince bağırsağın jejenum ve ileum kısmından emilir.
- Emilimden arta kalan atıklar ve selüloz gibi kimyasal olarak sindirilmeyen atıklar ileumdan kalın bağırsağa iletilir. İleum ile kalın bağırsak arasında bulunan sfinkter, peristaltik hareketlerle kimusun kontrollü olarak bağırsağa geçişini sağlar.

### Kalın Bağırsak

- İnce bağırsak ile anüs arasında kalan 1-1,5 m uzunluğundaki bölümdür.
- Sırasıyla kör bağırsak (çekum), kolon ve düz bağırsak (rektum) bölümlerinden oluşur.

3D YAYINLARI




**Kalın bağırsağın yapısı**

- Kalın bağırsağın ince bağırsak ile birleştiği kısma **kör bağırsak** denir.
  - Kör bağırsakta bulunan parmak şeklindeki çıkıntıya **apandis**, bu bölgenin iltihaplanmasına ise **apandisit** denir. Apandis bağışıklıkta görev yapar.
- Kolon, yukarı çıkan, yatay ilerleyen ve aşağı inen bölümleri ile ince bağırsağı sarar.
- Kolondan sonraki kısma **rektum** (düz bağırsak) denir.
- Rektumun dışarıya açılan kısmına **anüs** denir.
- Yapısında ince bağırsaktaki gibi dıştan içe doğru periton, halkasal ve uzunlamasına yerleşmiş düz kaslar ve mukoza tabakası bulunur.
- Düz kaslar peristaltik hareketi sağlar.
- Mukoza tabakasında villuslar ve sindirim enzimi üreten bezler yoktur.
- Kalın bağırsağın mukus salgısı bağırsak duvarını korur. Ayrıca dışkıyı bir arada tutan yapışkan ortam oluşturur, bağırsak iç yüzeyini kayganlaştırır ve dışkının hareketini kolaylaştırır.
- Kalın bağırsakta su ve iyon emiliminden başka bazı bakterilerin ürettiği biotin, folik asit, $B_{12}$ vitamini gibi B grubu vitaminleri ve K vitamini emilimi tamamlanır.
- Posa peristaltik hareketler ile anüsten dışkı şeklinde atılır.
- Rektum ile anüs arasında bulunan iki sfinkterden içteki istemsiz, dıştaki istemli kasılır. Kolondaki güçlü kasılmalar dışkılama isteğini oluşturur.

**NOT**

Kalın bağırsakta mikroorganizmaların neden olduğu enfeksiyonlarda su yeteri kadar emilemeyeceğinden ishal görülür. Dışkı kalın bağırsakta yavaş ilerlerse su emilimi artacağından kabızlık görülür.

**NOT**

İnsanda selülozun kimyasal sindiriminden sorumlu enzimin sentezi olmadığından selüloz sindirimi yapılamaz. Ancak lifli gıdalar olan selülozlu besinler alınmalıdır. Çünkü selüloz lifleri kalın bağırsak duvarını uyararak mukus salgılanmasını uyarır. Bu durum da dışkının atılmasını kolaylaştırır.

**NOT**

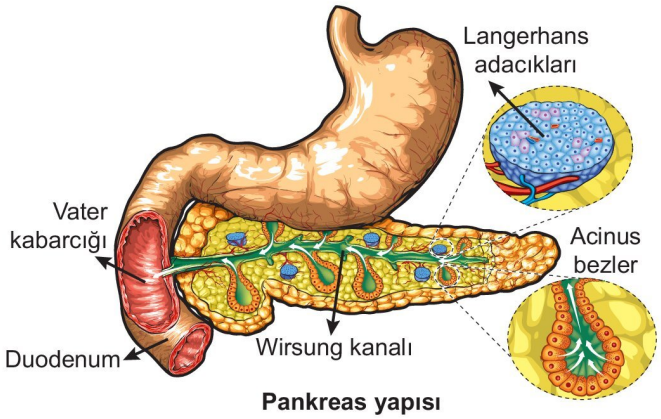
Kalın bağırsakta yaşayan bakterilerin metabolizması sonucu metan ve hidrojen sülfür gazları oluşur.

### Sindirime Yardımcı Olan Yapılar ve Organlar

Pankreas, karaciğer, safra kesesi ve tükürük bezleri sindirime yardımcı yapı ve organlardır.

### Pankreas

- Hem hormon hem de sindirim enzimi salgıladığı için karma bezdir.
- Sindirim enzimleri ve bikarbonat içerikli pankreas öz suyunu Wirsung kanalı ile duodenumdaki Vater kabarcığına boşaltır.
- Pankreasın ekzokrin salgısının oluşumunda vagus siniri, sekretin ve kolesistokinin hormonları görev yapar.



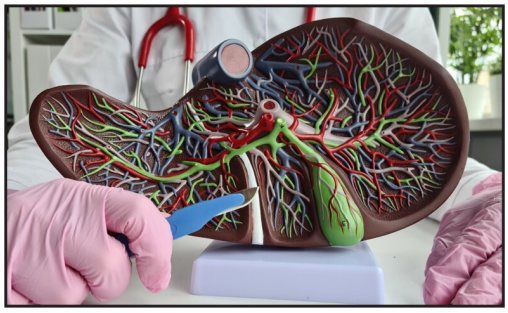

**Pankreas yapısı**

**NOT**

Sekretin hormonu pankreası bikarbonat içerikli bazik sıvıyı göndermesi için, kolesistokinin hormonu ise sindirim enzimi içerikli pankreas öz suyunu Wirsung kanalı ile duodenuma göndermesi için uyarır.

### Karaciğer ve Safra Kesesi

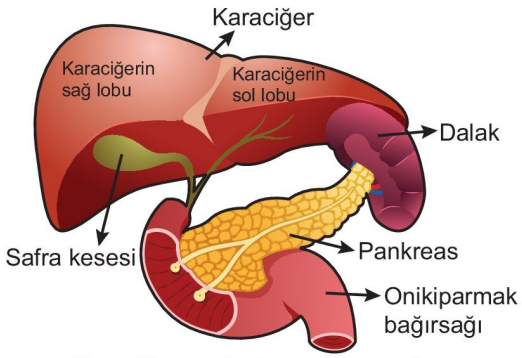
- Karaciğer, karın bölgesinde bulunur.
- Deriden sonra vücudun en büyük organıdır.



**Karaciğer ve safra kesesi**

- Sindirim enzimi salgılamaz.
- Sindirim ile ilgili görevi safra sıvısını üretmektir. Karaciğer sürekli safra üretir. Üretilen safra kanallarla karaciğerden çıkan karaciğer kanalına gönderilir. Karaciğer kanalının yan kolu olan safra kanalı safra kesesi ile bağlantılı olup safra sıvısı safra kesesinde depolanır ve yoğunlaşır.

3D YAYINLARI




**Karaciğer, safra kesesi ve pankreas**

- Karaciğer kanalının safra kanalından sonraki kısmına **koledok kanalı** denir. Bu kanal pankreastan gelen Wirsung kanalı ile birleşip Vater kabarcığı adı verilen kısımdan duodenuma açılır.

**NOT**

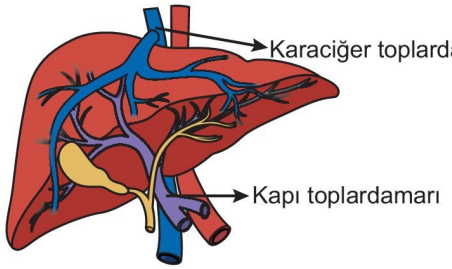
Sekretin hormonu karaciğer; safra üretmesi için, kolesistokinin hormonu ise safra kesesini safrayı koledok kanalına boşaltması için uyarır.

**NOT**

Mideden duodenuma geçen kimusta yağ bulunması durumunda ince bağırsak uyarılarak kolesistokinin salgılar.

**Karaciğerin Görevleri:**

- Yağların fiziksel sindirimini sağlayan safra sıvısını üretir.
- Karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmasını düzenler.
- Kandaki glikoz miktarı normalin üzerinde olduğunda (tokluk durumunda) insülin hormonunun etkisi ile glikozun fazlasını glikojene dönüştürerek depolar ve kan şekerinin düşürülmesini sağlar.
  - Kandaki glikoz miktarı normalin altına düştüğünde (açlık durumunda) adrenalin ve glukagon hormonlarının etkisi ile depo ettiği glikojeni glikoza parçalayarak kana verir ve kan şekerinin yükselmesini sağlar.




**Karaciğerle bağlantılı damarlar**

- Amino asit ve nükleik asit metabolizması sonucu oluşan amonyağı üreye dönüştürür yani üre sentezi yapar.
- Yağda çözünen vitaminlerin (A, D, E, K) fazlasını depolar.
- Alkol, ilaç kalıntısı gibi toksik maddelerin zehir etkisini azaltmaya çalışarak vücuda yayılmasını engeller.
- Embriyonik dönemde ve kansızlıkta alyuvar üretir.
- Kupffer hücreleri ile yaşlanmış alyuvarları parçalar.
- Demir ve bakır depolar.
- Albumin, globulin gibi kan proteinlerini sentezler.
- Kanın pıhtılaşmasında görevli olan fibrinojen ve protrombin proteinlerini üretir.
- Glikoprotein, lipoprotein ve kolesterol sentezler.
- Damar içindeki kanın pıhtılaşmasını önleyen heparini salgılar.
- Vücut sıcaklığının ve kan basıncının düzenlenmesinde rol oynar.
- Amino asitlerin oksidasyonu sonucu oluşan ve zehirli bir madde olan hidrojen peroksiti ($H_2O_2$), katalaz enzimi ile suya ve oksijene parçalar.
- Kırmızı kemik iliğini kan yapımı için uyaran eritropoietin hormonunun bir kısmını üretir (Bu hormonun büyük bir kısmını böbrek sentezler).

**Shorts 7**

**Safra kesesi alınmış bir insanda üretilen safra nasıl taşınır?**

## Besinlerin Kimyasal Sindirimi

**Karbonhidratların Sindirimi:**

- Karbonhidratların sindirimi ağızda başlar.
- Midede pH uygun olmadığı için karbonhidrat sindirimi gerçekleşmez.
- İnce bağırsakta tamamlanır.
  - Ağızda, tükürükte bulunan amilaz (pityalin) enzimi ile nişasta ve glikojen, maltoz ve dekstrine kadar parçalanır.
  - Besinler ağızda çok kısa süre kaldığı için nişasta ve glikojenin tamamı ağızda sindirilemez.

$$\text{Nişasta ve glikojen} + H_2O \xrightarrow{\text{Amilaz}} \text{Maltoz} + \text{Dekstrin}$$

  - İnce bağırsağın duodenum kısmında, pankreas öz suyunda bulunan amilaz enzimi ile ağızda sindirilmemiş olan glikojen ve nişasta, maltoz ve dekstrine kadar parçalanır.

$$\text{Nişasta ve glikojen} + H_2O \xrightarrow{\text{Amilaz}} \text{Maltoz} + \text{Dekstrin}$$

  - İnce bağırsak hücrelerinden salgılanan maltaz maltozu, laktaz laktozu, sükraz sükrozu ve dekstrinaz dekstrini parçalar.

$$\text{Maltoz} + H_2O \xrightarrow{\text{Maltaz}} \text{Glikoz} + \text{Glikoz}$$
$$\text{Laktoz} + H_2O \xrightarrow{\text{Laktaz}} \text{Glikoz} + \text{Galaktoz}$$
$$\text{Sükroz} + H_2O \xrightarrow{\text{Sükraz}} \text{Glikoz} + \text{Fruktoz}$$
$$\text{Dekstrin} + H_2O \xrightarrow{\text{Dekstrinaz}} n \cdot (\text{Glikoz})$$

  - İnsanın sindirim sisteminde selülozu sindiren enzim üretilmediği için selüloz sindirilmez ve selüloz dışkı ile atılır.

**NOT**

Karbonhidrat sindiriminde görevli enzimler nötr veya hafif bazik ortamda çalışır.

YAYINLARI

### Yağların Sindirimi:

- Yağların sindirimi ince bağırsakta başlar ve ince bağırsakta tamamlanır.
- Karaciğerde üretilip safra kesesinde depolanan safra sıvısının duodenuma gelmesi ile yağlar yağ damlacıklarına dönüştürülür ve yüzey alanı artar. Bu olay fiziksel sindirimdir.
- İnce bağırsağın duodenum kısmında pankreas öz suyunda bulunan lipaz enzimi ile yağların kimyasal sindirimi yapılır.

$$\text{Lipit (yağ)} \xrightarrow{\text{Safra sıvısı}} \text{Yağ damlacıkları}$$

$$\text{Yağ damlacıkları} + H_2O \xrightarrow{\text{Lipaz}} \text{Gliserol} + \text{Yağ asitleri}$$

### Proteinlerin Sindirimi:

- Proteinlerin kimyasal sindirimi midede başlar ve ince bağırsakta tamamlanır.
  - Midede mide öz suyunda bulunan pepsinojen, HCl ile aktifleşerek pepsine dönüşür. Bu enzim proteinlerin kimyasal sindirimini başlatır.

$$\text{Pepsinojen} \xrightarrow{HCl} \text{Pepsin}$$

  - Pepsin enzimi pH'ın 2-3 olduğu aralıkta en iyi çalışır. pH 5'in üzerinde ise pepsin çalışmaz.

**NOT**

Pepsin, diğer pepsinojen moleküllerini de pepsine dönüştürebilir.

$$\text{Protein} + H_2O \xrightarrow{\text{Pepsin}} \text{Polipeptitler}$$

  - İnce bağırsağın duodenum kısmında, pankreas öz suyunda bulunan enzimler ile polipeptit hidrolizi devam eder.

**NOT**

Pankreas öz suyundaki tripsinojen (inaktif) ince bağırsaktan salgılanan enterokinaz ile aktive olup tripsine dönüşür. Tripsin ise kimotripsinojeni aktive edip kimoripsine ve prokarboksipeptidazı aktive edip karboksipeptidaza dönüştürür.

$$\text{Polipeptit} + H_2O \xrightarrow[\text{Kimotripsin}]{\text{Tripsin}} \text{Daha küçük polipeptitler}$$

$$\text{Küçük polipeptitler} + H_2O \xrightarrow{\text{Karboksipeptidaz}} \text{Küçük peptitler} + \text{Amino asitler}$$

  - Küçük peptitler ise ince bağırsaktan salgılanan dipeptidaz, karboksipeptidaz ve aminopeptidaz enzimleri ile amino asitlere kadar parçalanır.

$$\text{Küçük peptitler} + H_2O \xrightarrow[\text{Dipeptidaz}\ \text{Aminopeptidaz}]{\text{Karboksipeptidaz}} \text{Amino asitler}$$

### Nükleik Asitlerin Sindirimi:

- Nükleik asitlerin sindirimi ince bağırsakta başlar ve ince bağırsakta tamamlanır.
  - İnce bağırsağın duodenum kısmında pankreastan gelen pankreas öz suyundaki nükleazlar (DNAaz ve RNAaz) nükleik asitleri nükleotitlere parçalar.

$$\text{Nükleik asitler} + H_2O \xrightarrow{\text{Nükleazlar}} \text{Nükleotitler}$$

  - Nükleotitler ise ince bağırsak hücrelerinden salgılanan nükleotidaz, nükleozidaz ve fosfataz enzimleri ile azotlu organik baz, şeker ve fosfata kadar parçalanır.

$$\text{Nükleotitler} + H_2O \xrightarrow[\text{Nükleozidaz}\ \text{Fosfataz}]{\text{Nükleotidaz}} \text{Azotlu organik baz} + \text{Şeker} + \text{Fosfat}$$

### Sindirim enzimleri ve etki ettikleri maddeler:

| | Karbonhidrat sindirimi | Protein sindirimi | Yağ sindirimi | Nükleik asit sindirimi |
|---|---|---|---|---|
| **Ağız** | Nişasta ve glikojen → (Tükürük amilazı) → Küçük polisakkaritler ve maltoz | — | — | — |
| **Mide** | — | Proteinler → (Pepsin) → Küçük polipeptitler | — | — |
| **İnce bağırsak (Pankreas enzimleri)** | Polisakkaritler → (Pankreatik amilaz) → Maltoz ve küçük polisakkaritler | Küçük polipeptitler → (Tripsin ve Kimotripsin) → Daha küçük polipeptitler → (Karboksipeptidaz) → Küçük peptitler ve amino asitler | Yağ → (Safra tuzları) → Yağ damlacıkları → (Lipaz) → Yağ asitleri ve gliserol | Nükleik asitler (DNA RNA) → (Nükleazlar) → Nükleotitler |
| **İnce bağırsak (İnce bağırsak enzimleri)** | Maltoz, laktoz sükroz ve küçük polisakkaritler (dekstrin) → (Maltaz, Laktaz, Sükraz, Dekstrinaz) → Monosakkaritler (glikoz, fruktoz, galaktoz) | Küçük peptitler → (Aminopeptidaz, Karboksipeptidaz, Dipeptidaz) → Amino asitler | | Nükleotitler → (Nükleotidaz, Nükleozidaz, Fosfataz) → Azotlu organik bazlar, pentozlar, fosfat |

**Shorts 8**

**Besinlerin kimyasal sindirimi en önemli noktalar**

### Besinlerin Emilimi

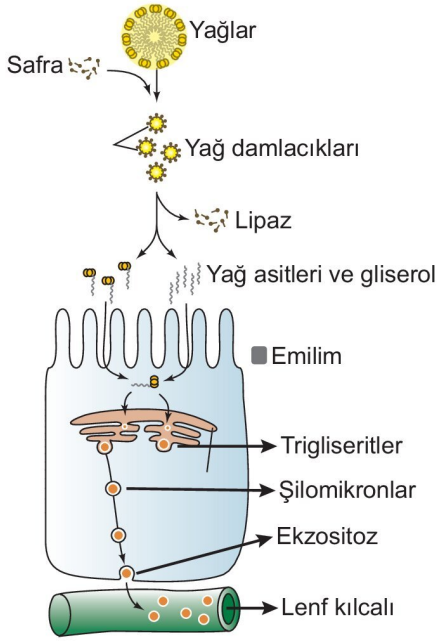
- Sindirim sonucu oluşan besin monomerlerinin, su, tuz, mineral ve vitaminlerin mukozadaki epitel hücreleri tarafından alınarak kana veya lenfe verilmesine **emilim** denir.

3D YAYINLARI

**NOT**

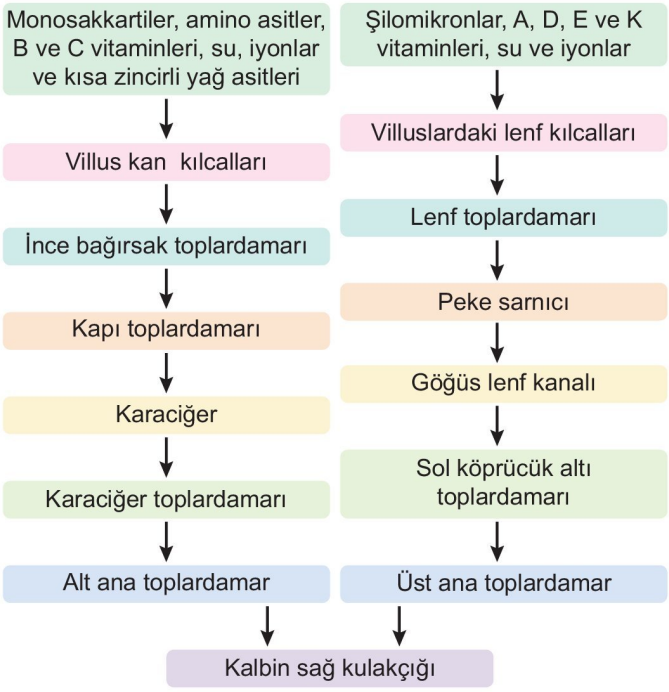
Ağız mukozasından bazı zehirli maddeler ve bazı hormonlar, mide mukozasından ise alkol emilebilir.

- Besin maddelerinin emilimi büyük oranda ince bağırsakta gerçekleşir. Bazı ilaçlar ise hem ağız hem de mideden emilir.
- Emilim yüzey alanı ince bağırsaktaki villuslar ve mikrovilluslar sayesinde arttığı için besin emilimi ince bağırsakta yoğundur.
- Glikoz, fruktoz, galaktoz, amino asitler, B ve C vitaminleri, kısa zincirli yağ asitleri, su ve mineraller ince bağırsak epitel hücrelerinden kılcal kan damarlarına geçer. Su daima osmozla emilirken diğer moleküllerin emilimi difüzyon ve aktif taşıma ile gerçekleşir. İnce bağırsak yüzeyindeki kılcallardan toplardamara ve oradan da kapı toplardamarı ile karaciğere taşınır. Karaciğerde içeriği ayarlanan kan karaciğer toplardamarı ile alt ana toplardamara, oradan da kalbin sağ kulakçığına taşınır.
- Yağların sindirimi sonucu oluşan yağ asitleri ve gliserol ile su, bazı iyonlar ve yağda çözünen A, D, E, K vitaminleri ise ince bağırsak epitel hücreleri tarafından emilir. Yağ asitleri ve gliserol epitel hücrelerinde yeniden birleştirilerek trigliseritlere dönüştürülür. Trigliseritler; fosfolipit, kolesterol ve proteinle kaplanarak şilomikronlara dönüşür. Şilomikronlar ekzositoz ile lenf kılcallarına geçer. Buradan da sırasıyla karın bölgesi lenf damarlarının toplandığı peke sarnıcına, ana lenf damarından göğüs lenf kanalına geçerek sol köprücük altı toplardamarına bağlanıp kana karışır. Yağda çözünen A, D, E ve K vitaminleri ile su ve iyonların bir kısmı da bu yolla taşınır.



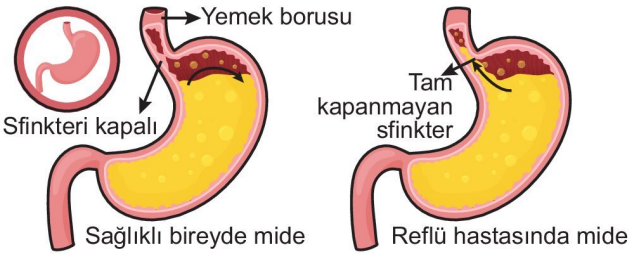

**NOT**

Yağlar suda çözünmez ancak şilomikronlar suda çözünebilir.

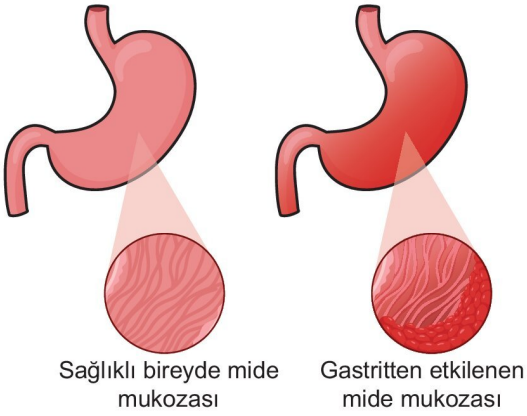



### Sindirim Sistemi Rahatsızlıkları

**Reflü:** Mide ile yemek borusu arasındaki sfinkterin görevini yapamaması nedeni ile asidik kimüsün yemek borusuna geri kaçmasıdır.

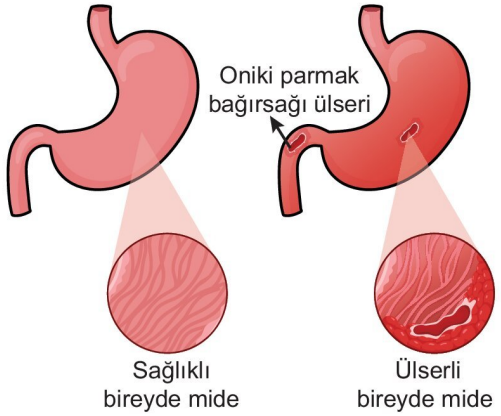



**Gastrit:** Mide mukozasının iltihaplanması sonucu ortaya çıkar. Yemekten sonra, bulantı ve tiksinme gibi sorunlara neden olur.

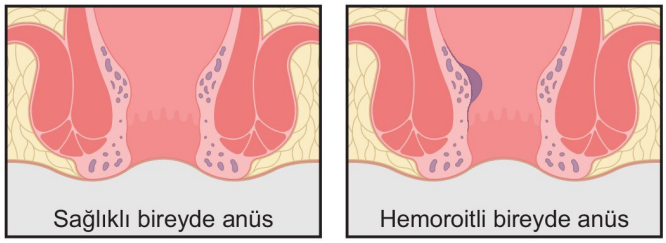



3D YAYINLARI

**Ülser:** Sindirim sıvılarının mide veya duodenuma zarar vererek yaralar oluşturmasıdır. En önemli nedeni *Helicobacter pylori* adlı bakteridir.




**Hemoroit:** Anüs bölgesindeki toplardamarın genişlemesiyle oluşur. Makatta kanama ve iltihaplanma görülebilir. Lifli gıdalarla beslenmek hemoroit riskini azaltır.




**Kabızlık:** Dışkılamanın ertelenmesi veya bağırsak hareketlerinin yavaşlaması nedeni ile dışkının kalın bağırsakta uzun süre kalarak suyunu kaybetmesi sonucu oluşur.

**İshal:** Bağırsak hareketlerinin hızlanması nedeni ile su, besin ve elektrolit emiliminin tam yapılamaması sonucu oluşur.

**NOT**

Sindirim sisteminin sağlığının korunması için dengeli ve düzenli beslenmek, lifli gıdalar ve yeteri kadar su tüketmek, besinlerin temizliğine dikkat etmek, yeterli ve düzenli fiziksel aktiviteler yapmak, bilinçsiz antibiyotik kullanımından uzak durmak gerekir. Bilinçsiz antibiyotik kullanımı bağırsak florasını bozabilir, faydalı mikroorganizmaların ölümüne ve bakterilerde antibiyotik direnci gelişimine neden olabilir.

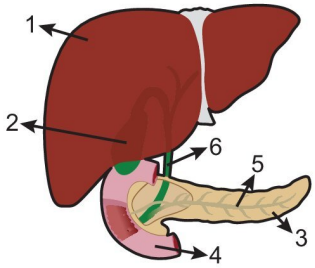
**ETKİNLİK 1**

**Aşağıdaki tabloda verilen sindirim olaylarından mekanik olanlarının karşısındaki kutucuğa "m", kimyasal olanlarının karşısındaki kutucuğa "k" yazınız.**

| | |
|---|---|
| Ağızda besinlerin çiğnenerek öğütülmesi | |
| Mideden salgılanan pepsin ile proteinlerin yıkımı | |
| Safra sıvısı ile yağların yağ damlacıklarına parçalanması | |
| Pankreatik amilaz ile nişastanın maltoza parçalanması | |
| İnce bağırsaktan salgılanan nükleotidazlar ile nükleotitlerdeki glikozit bağlarının kırılması | |
| Mide kaslarının kasılıp gevşemesi ile besinlerin ezilmesi | |

**ETKİNLİK 2**

Aşağıdaki görselde insanın sindirim sistemindeki bazı organlar ve sindirime yardımcı organlar ile salgıları taşıyan kanallar numaralandırılarak verilmiştir.




**Buna göre, aşağıdaki ifadelerin karşısına ilgili organların ve yapıların numarasını yazınız.**

| | |
|---|---|
| Yağların fiziksel sindirimi için gerekli salgıyı üreten organ: | |
| Sindirimde etkili olan hormonları salgılayan organ: | |
| Sindirim enzimi içerikli sıvıyı bağırsağa taşıyan kanal: | |
| Safra sıvısını bağırsağa taşıyan kanal: | |
| Bikarbonat içerikli sıvıyı bağırsağa taşıyan kanallar: | |
| Üre sentezi yapan organ: | |
| Yağların kimyasal sindiriminde görevli enzimi sentezleyen organ: | |

3D YAYINLARI

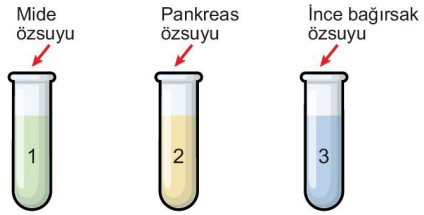
## ETKİNLİK 3

**Aşağıda sindirime etki eden hormonlar ve hormonların etkileri karışık olarak verilmiştir. Hormon ile etkilerini eşleştiriniz.**

| | |
|---|---|
| Gastrin ☐ | a. Pankreastan sindirim enzimlerinin salgılanmasını ve safranın salınımını uyarır. |
| Kolesistokinin ☐ | b. Pankreastan bikarbonat iyonu içerikli bazik sıvı salınımını, karaciğerde safra üretimini uyarır. |
| Sekretin ☐ | c. Mideden mide öz suyunun salınımını uyarır. |

## BECERİ TEMELLİ SORU 1

İçinde nişasta, maltoz, trigliserit ve protein molekülleri bulunan özdeş üç deney tüpü ve bu deney tüplerine eklenen sıvılar aşağıda verilmiştir.




Deney tüpleri optimum koşullarda yeterli süre bekletilerek 1. deney tüpündeki sıvıya iyot, 2. deney tüpündeki sıvıya sudan III, 3. deney tüpündeki sıvıya ise fehling ayıracı damlatılmış; bir süre sonra 1. deney tüpündeki sıvının mavi, 3. deney tüpündeki sıvının kırmızı renk aldığı, 2. deney tüpündeki sıvının ise renginde bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir.

**Buna göre,**

I. Mide öz suyunda nişasta hidrolizini sağlayan enzim bulunmaz.

II. Pankreas öz suyunda lipaz enzimi vardır.

III. İnce bağırsak öz suyunda karbonhidratların kimyasal sindirimde görevli enzimler bulunabilir.

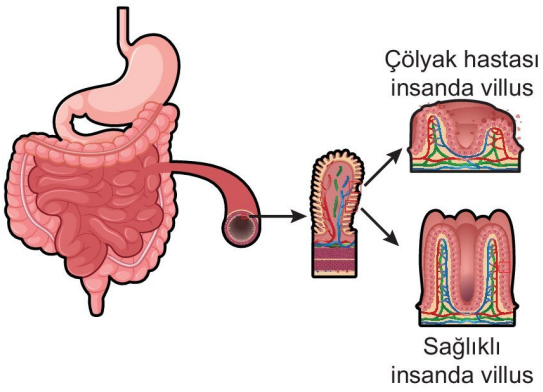
**ifadelerinden hangileri doğrudur?** (İyot nişastayı maviye, sudan III yağı turuncuya, fehling glikozu kırmızıya boyar)

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

## BECERİ TEMELLİ SORU 2

Aşağıdaki görselde sağlıklı bir insanın ve çölyak hastası bir insanın ince bağırsağındaki villuslar gösterilmiştir.




**Buna göre, çölyak hastası olduğunu bilmeyen ve sağlıklı bir insan ile aynı besinleri tüketen bir bireyde birim zamanda;**

I. kana emilen monomer miktarı,

II. epitel hücrelerinde sentezlenen şilomikron miktarı,

III. dışkı ile atılan organik besin miktarı

**verilenlerden hangilerinin normalden fazla olması beklenir?**

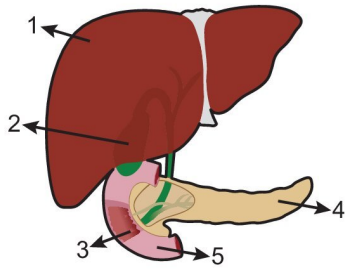
A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

## BİRE BİR ÖSYM 1

Aşağıdaki şekilde, insan vücudunda yer alan bazı organ ve yapılar numaralandırılarak gösterilmiştir.




**Bu organ ve yapılarla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) 1 numaralı organda amonyaktan üre sentezi gerçekleşir.

B) 2 numaralı organda safra üretimi gerçekleşir.

C) 3 numaralı yapının içinden yağların mekanik ve kimyasal sindirimini gerçekleştiren maddeler geçiş yapar.

D) 4 numaralı organda hem sindirim enzimi hem de hormon üretimi gerçekleşir.

E) 5 numaralı organdan 2 ve 4 numaralı organları uyaracak hormonlar salgılanır.

## BİRE BİR ÖSYM 2

**İnsan sindirim sisteminde işlev gören;**

I. gastrin,

II. sekretin,

III. kolesistokinin

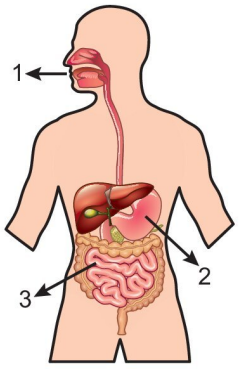
**hormonlarından hangileri onikiparmak bağırsağından salgılanır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 3

İnsanda sindirim sistemine ait bazı yapılar aşağıda şematize edilmiştir.

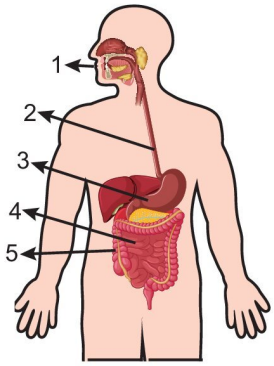



**Buna göre protein, lipit ve nişasta içeren besinlerle beslenen sağlıklı bir insanda, numaralandırılmış alanlarda bu besinlerin sindirimi sonucu rastlanabilecek sindirim ürünleri ile ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi doğrudur?**

| | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| A) | Küçük polipeptitler | Yağ asitleri | Maltoz |
| B) | Fruktoz | Gliserol | Amino asitler |
| C) | Maltoz | Küçük polipeptitler | Yağ asitleri |
| D) | Amino asitler | Maltoz | Trigliseritler |
| E) | Maltoz | Yağ asitleri | Amino asitler |

| BİRE BİR ÖSYM SORULARI | | | |
|---|---|---|---|
| 1. B | 2. D | 3. C | |
| **BECERİ TEMELLİ SORULAR** | | | |
| 1. E | 2. A | | |

**1.** Aşağıdaki görselde insanda sindirim sistemine ait bazı yapılar numaralandırılarak verilmiştir.




**Buna göre, numaralandırılmış yapılarda gerçekleşen olaylar ile ilgili aşağıdaki eşleştirmelerden hangisi yanlıştır?**

A) 1 → Besinlerin mekanik sindirimi

B) 2 → Peristaltik hareketlerle besin iletimi

C) 3 → Polisakkaritlerin kimyasal sindirimi

D) 4 → Lipitlerin mekanik sindirimi

E) 5 → Su ve iyon emilimi

**2.** **Azot atomları işaretlenmiş amino asitler içeren protein molekülünü besin olarak tüketen bir bireyde bu işaretli azot atomlarına karaciğerde sentezlenen üre molekülünün yapısında rastlanıldığına göre bu bireyde;**

I. proteinlerin sindirim kanalında monomerlerine hidrolizi,

II. amino asitlerin ince bağırsaktan kana emilimi,

III. amino asitlerin hücrelere alınarak solunum reaksiyonlarında parçalanması,

IV. amonyağın üreye dönüştürülmesi

**olaylarının gerçekleşme sırası aşağıdakilerden hangisindeki gibi olmalıdır?**

A) I - II - III - IV B) I - IV - II - III

C) II - III - IV - I D) III - I - IV - II

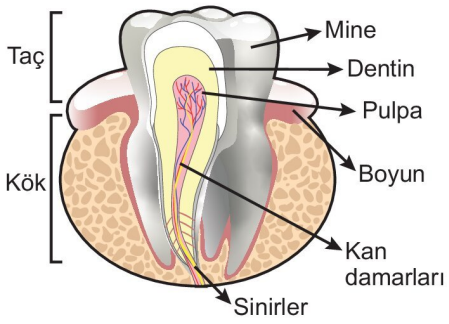
E) IV - I - II - III

**3.** **Aşağıda verilen organlardan hangisinin yapısında çizgili kas bulunur?**

A) Karaciğer B) Mide C) Yemek borusu

D) İnce bağırsak E) Pankreas

**4.** Aşağıdaki görselde dişin anatomik yapısında bulunan kısımlar verilmiştir.




**Bu yapılar ve görevleri ile ilgili,**

I. Taç kısmını örten tabaka mine olup bu tabakanın yapısında kalsiyum fosfat bulunur.

II. Dentin tabakası kemik yapıda olduğundan osteosit ve osein içerir.

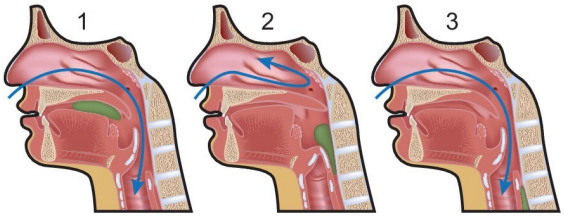
III. Kan damarları ve sinirler pulpada bulunur.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**5.** Aşağıdaki görselde besinlerin yutulması sırasında gerçekleşen olaylardan bazıları numaralandırılarak gösterilmiştir.




**Buna göre,**

I. 1 numaralı olay sırasında soluk borusunun üzeri açık, yemek borusu sfinkteri kapalıdır.

II. 2 numaralı olay sırasında epiglottis soluk borusunun üzerini kapatarak besinlerin soluk borusuna kaçmasını önlerken küçük dil de yukarı doğru çekilerek besinlerin burun boşluğuna kaçmasına engel olur.

III. 3 numaralı olay sonrasında besinler peristaltik hareketlerle mideye iletilir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

1.C 2.A 3.C 4.E 5.E 6.C 7.B 8.A 9.D 10.D 11.E 12.A

**6. Mide özsuyunun salgılanmasında etkili olan;**

I. gastrin hormonu,

II. vagus siniri,

III. besinlerin mide duvarına teması

**faktörlerinden hangileri midenin mekanik olarak uyarılmasını sağlar?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

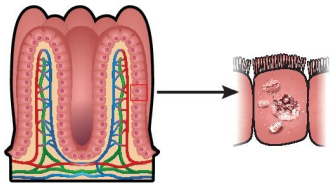
**7. Aşağıda verilen maddelerden hangisi Koledok kanalında ve Wirsung kanalında taşınan sıvıda ortak olarak bulunur?**

A) Sekretin hormonu B) Bikarbonat iyonları

C) Lipaz enzimi D) HCl

E) Tripsin enzimi

**8.** Aşağıdaki görselde ince bağırsağın iç yüzeyini örten epitel tabakanın oluşturduğu villusların ve mikrovillusların anatomik yapısı verilmiştir.



**Buna göre,**

I. Villusların iç kısmında kılcal kan damarları ve lenf kılcalları bulunur.

II. Villusları oluşturan epitel hücrelerin serbest zar yüzeylerinin oluşturduğu mikrovilluslar besin emilim yüzeyini artırır.

III. Sindirim sonucu oluşan besin monomerlerinin tümü kan kılcallarına emilir.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**9. Sağlıklı bir insanın kalın bağırsağında;**

I. kimyasal sindirim,

II. organik madde emilimi,

III. su ve elektrolit emilimi,

IV. mukus salgılama

**olaylarından hangileri gerçekleşebilir?**

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

**10. İnce bağırsak epitel hücrelerinden emilen işaretli bir glikoz molekülü ile işaretli bir A vitamininin dolaşım sistemine alındıktan sonra ilk kez karşılaştıkları kısım aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kapı toplardamarı

B) Karaciğer toplardamarı

C) Alt ana toplardamar

D) Kalbin sağ kulakçığı

E) Üst ana toplardamar

**11. Sağlıklı bir insanın sindirim sisteminde işlev gören;**

I. HCl,

II. pepsin,

III. enterokinaz

**maddelerinden hangileri inaktif enzimlerin aktive edilmesinde rol oynar?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**12. Beslenme yoluyla alınan proteinlerin amino asitlere kadar parçalanması sürecinde;**

I. pepsin,

II. tripsin,

III. dipeptidaz

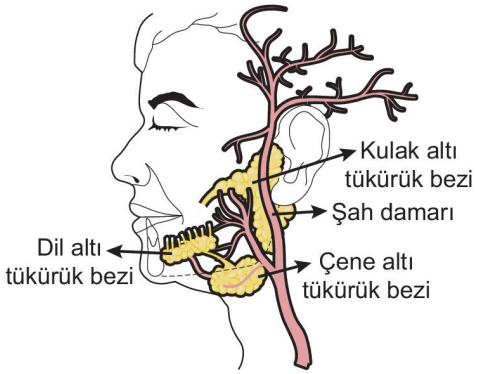
**enzimlerinin kullanım sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?**

A) I - II - III B) I - III - II C) II - I - III

D) II - III - I E) III - II - I

3D YAYINLARI

**1.** Aşağıdaki şekilde sağlıklı bir insanda sindirime yardımcı yapılardan tükürük bezleri gösterilmiştir.




**Tükürük bezleri ile ilgili,**

I. Ekzokrin bezler olup salgılarını kanallar yardımıyla ağız boşluğuna dökerler.

II. Sinirsel olarak uyarılabildiği gibi besin ağza alınmadan önce kokusu ve görüntüsü de uyarılmasını sağlayabilir.

III. Salgısı olan tükürük, lizozim enzimi içerdiğinden mikrop öldürücü niteliktedir.

IV. Ağızda besinlerin mekanik sindirimi için gerekli sıvıyı salgılayıp kimyasal sindirimde görev yapmaz.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve III

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

**2.** **Deneysel olarak bir kobayın Wirsung kanalı bağlanıp taşıdığı sıvının bağırsağa dökülmesi engellenirse bu kobayda;**

I. nişasta hidrolizinin hiç yapılamaması,

II. dışkı ile atılan polimer miktarının artması,

III. lenf kılcallarına verilen şilomikron miktarının artması

**durumlarından hangilerinin ortaya çıkması beklenir?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

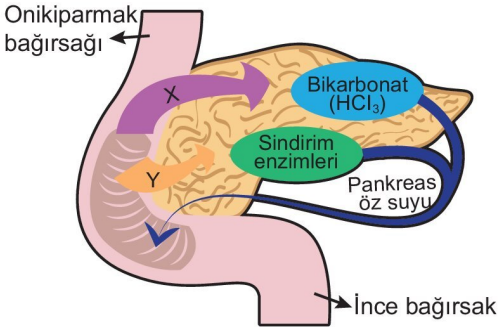
**3.** **Aşağıda verilen moleküllerden hangisi ince bağırsak villuslarından kan kılcallarına <u>emilmez</u>?**

A) Şilomikronlar B) Kısa zincirli yağ asitleri

C) Glikoz D) B vitamini

E) Amino asit

**4.** Aşağıdaki görselde ince bağırsaktan salgılanan X ve Y hormonlarının pankreası uyarması sonucu salgılanan maddeler verilmiştir.




**Buna göre,**

I. X sekretin, Y kolesistokinindir.

II. X ve Y hormonları Wirsung kanalı ile pankreasa taşınır.

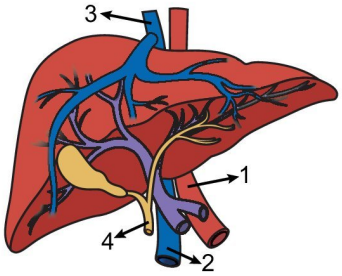
III. X hormonu safra kesesini, Y hormonu ise karaciğeri uyararak sindirim salgıları sentezlemelerini sağlar.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**5.** Aşağıdaki görselde sağlıklı bir insanda karaciğer ile bağlantılı olan kan damarları ve yapılar numaralarla gösterilmiştir.




**Görseldeki numaralandırılmış yapılarda bulunan kan ya da salgıların içeriği ile ilgili seçeneklerde verilen kıyaslamalardan hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) $O_2$ derişimi → 1 > 2

B) $CO_2$ miktarı → 3 > 1

C) Açlık durumunda glikoz derişimi 3 > 2

D) Tokluk durumunda insülin miktarı 4 > 2

E) Üre derişimi 3 > 2

**6.** **Sağlıklı bir insanda, sağlıklı bir öğün tüketiminden sonra sindirim kanalından alınan sıvı örneğinde aşağıdakilerden hangisine kesinlikle <u>rastlanılmaz</u>?**

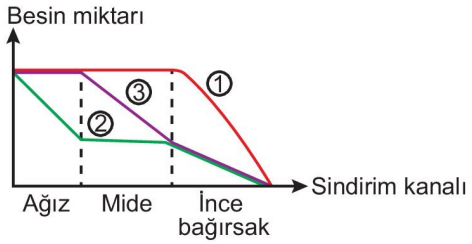
A) Pepsin B) A vitamini C) Gastrin

D) Selüloz E) Maltoz

3D YAYINLARI

1.C 2.A 3.A 4.D 5.D 6.C 7.B 8.E 9.C 10.A

**7.** Aynı miktarda karbonhidrat, yağ ve protein tüketen bir insanın sindirim kanalında bu besinlerin miktarlarında meydana gelen değişimler aşağıdaki grafikte numaralandırılarak gösterilmiştir.




**Buna göre, bu besinler ile miktarlarındaki değişimleri gösteren eğrileri hangi seçenekte doğru eşleştirilmiştir?**

| | Karbonhidrat | Yağ | Protein |
|---|---|---|---|
| A) | 1 | 2 | 3 |
| B) | 2 | 1 | 3 |
| C) | 1 | 3 | 2 |
| D) | 3 | 1 | 2 |
| E) | 3 | 2 | 1 |

**8.** Aşağıdaki tabloda beslenme yoluyla alınan k, l, m, n ve t besinlerinin sindirim kanalında kimyasal sindirime uğradığı organlar "✔" işareti ile gösterilmiştir.

| Sindirim organı / Besinler | Ağız | Mide | İnce bağırsak |
|---|---|---|---|
| k | ✔ | | ✔ |
| l | | | ✔ |
| m | | ✔ | ✔ |
| n | | | |
| t | | | ✔ |

**Buna göre, aşağıdaki ifadelerden hangisi kesinlikle yanlıştır?**

A) k besininin yapısında glikozit bağı bulunur.

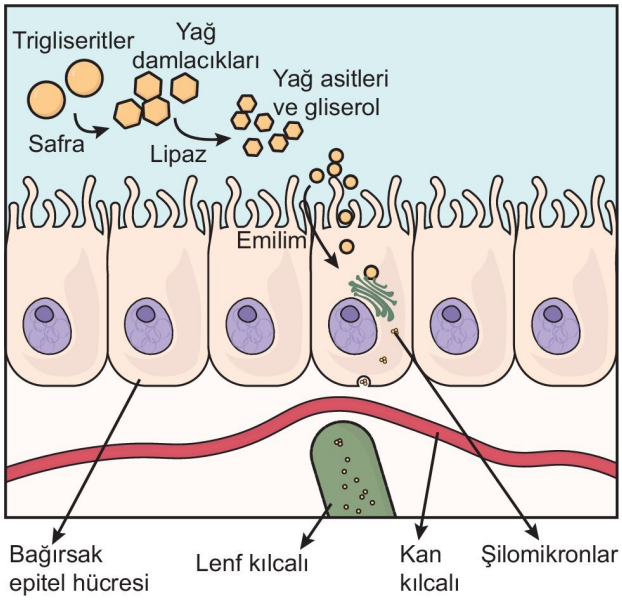
B) l besini trigliserittir.

C) m besininin monomeri amino asittir.

D) n ve k besinleri aynı monomer çeşidinden oluşur.

E) t besini yağda çözünen bir vitamindir.

**9.** Aşağıdaki görselde yağların sindirim kanalında hidrolizi, oluşan yapı taşlarının emilimi, şilomikron oluşumu ve şilomikronların lenfe verilmesi olayları gösterilmiştir.




**Buna göre;**

I. yağ moleküllerinin safra ile yağ damlacıklarına dönüştürülmesi,

II. trigliseritlerin lipaz enzimi ile hidrolizi,

III. yağ asitleri ve gliserolün epitel hücrelerine emilimi,

IV. sentezlenen şilomikron moleküllerinin epitel hücrelerinden lenf kılcallarına geçişi

**olaylarından hangilerinde ATP harcanır?**

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV

D) I, II ve III E) II, III ve IV

**10.** **Aşağıdakilerden hangisi sindirim sistemi rahatsızlığı değildir?**

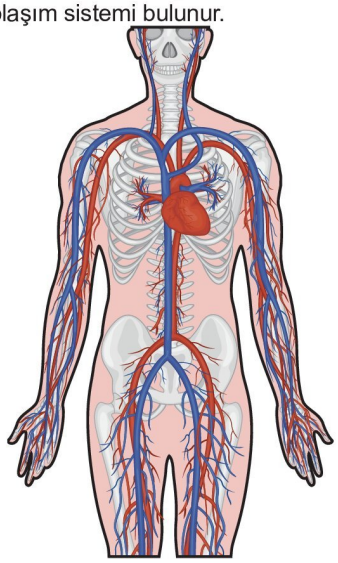
A) Romatoit artrit B) Reflü C) Gastrit

D) İshal E) Çölyak

3D YAYINLARI

## DOLAŞIM SİSTEMLERİ

- Sağlıklı bir insanda kan dolaşımı ve lenf dolaşımı olmak üzere iki dolaşım sistemi bulunur.

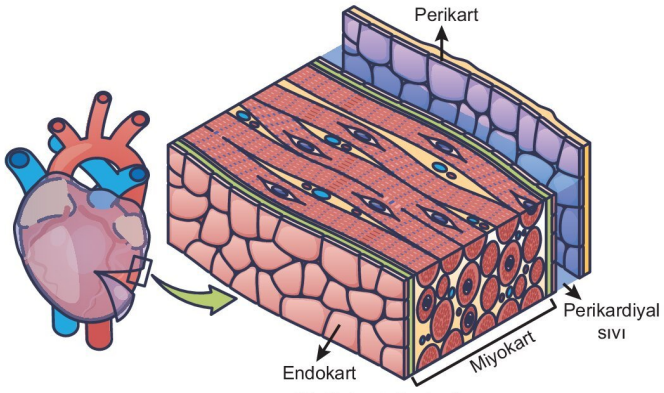


**Kan dolaşımı**

- Dolaşım sistemi organlara madde taşıyan kan dolaşım sistemini ve organlarda oluşan atıklar ile sindirim ürünlerinin bir kısmını kana taşıyan lenf dolaşım sistemini kapsar.
- Kan dolaşım sistemini kalp, damarlar ve kan oluşturur.

### Kalp

- Göğüs boşluğunun merkezinde, göğüs kemiğinin hemen arkasında ve iki akciğerin arasında bulunur.
- Embriyonik dönemin dördüncü haftasında kalp atışları başlar.
- Yaklaşık olarak yumruk büyüklüğündedir.
- Erkeklerin kas kütlesi ve oksijen ihtiyacı daha fazla olduğundan kadınlara göre kalpleri daha büyüktür.




**Kalbin tabakaları**

- Kalp kanı vücuda ve akciğerlere pompalayan kaslı bir organdır.
- Dıştan içe doğru perikart, miyokart ve endokart tabakalarından oluşur.

### Perikart

- Kalbi ve kalple bağlantılı damarların köklerini dıştan saran çift katlı zardır.
- Zarların arasındaki sıvıya **perikardiyal sıvı** denir. Bu sıvı kalbin çalışmasını kolaylaştırır ve sürtünmeyi azaltır.

### Miyokart

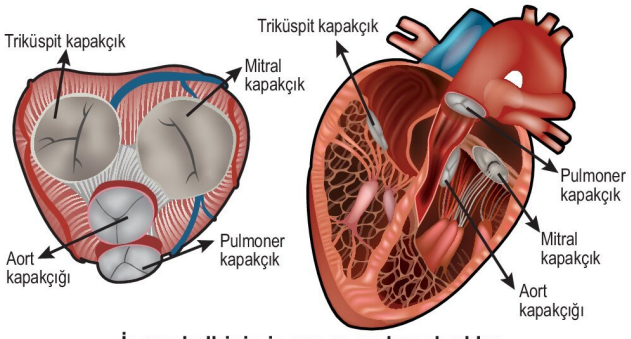
- Kalp kasının bulunduğu tabakadır.
- Kalbi besleyen koroner damarlar ve kalbin çalışmasını sağlayan sinirler bu tabakada bulunur.
- Kulakçıklarda ince, karıncıklarda kalın olan bu tabaka sol karıncıkta daha kalındır.

### Endokart

- Kalbin iç yüzeyini ince bir tabaka halinde örter.
- Epitel dokudan oluşur.

**NOT**

Epitel dokuda kılcal damar yoktur ve kalp içindeki kandan beslenmez. Kalp içindeki kanın niteliğini ve niceliğini değiştirmez.




**İnsan kalbinin iç yapısı ve kapakçıklar**

- Kalp üstte iki kulakçık ve altta iki karıncık olmak üzere dört odacıktan oluşur.
- Kulakçıklar (atriumlar) gelen kanı karıncıklara (ventriküllere) pompalar.
- Sağ kulakçık ve sağ karıncıkta kirli (oksijen oranı düşük) kan, sol kulakçık ve sol karıncıkta temiz (oksijen oranı yüksek) kan bulunur.
- Kulakçıklar ve karıncıklar arasında kanın karıncıklardan kulakçıklara dönmesini engelleyen tek yönlü açılan kapakçıklar bulunur. Bağ dokudan oluşan bu kapakçıklara **atrioventriküler (AV) kapakçıklar** denir.

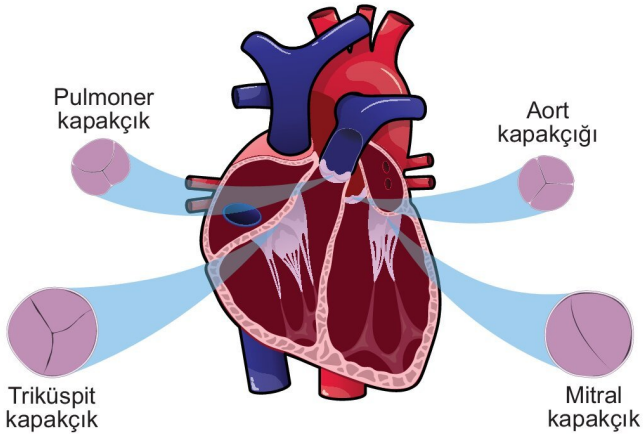
**NOT**

AV kapakçıkların kapanmasını karıncıkların kasılması sırasındaki basınç sağlar.

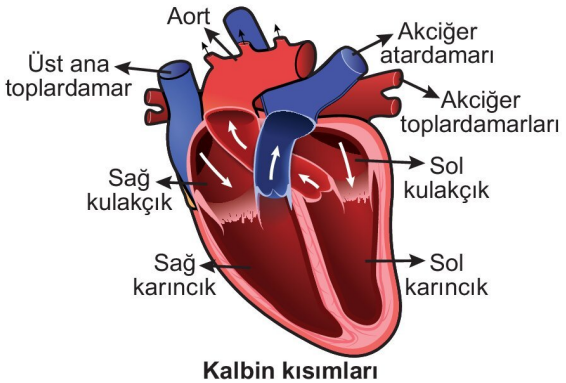
- Sağ kulakçık ile sağ karıncık arasındaki AV kapakçığa **üçlü (triküspit)**, sol kulakçık ile sol karıncık arasındaki AV kapakçığa ise **ikili (biküspit, mitral) kapakçıklar** denir.
- Kalbin sağ karıncığından akciğer atardamarı, sol karıncığından ise aort çıkar. Bu damarların kalpten çıktığı yerde bulunan **yarım ay (semilunar) kapakçıkları** kanın kalbe geri dönmesini engeller.

3D YAYINLARI

- Aortun sağ karıncığa bağlandığı yere **aort kapakçığı**, akciğer atardamarının sağ karıncığa bağlandığı yere **pulmoner kapakçık** denir.

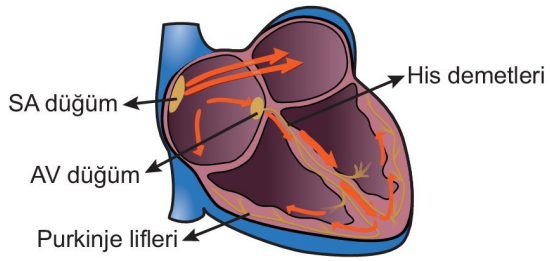



- Kabin sağ kulakçığına kirli kanı alt ve üst ana toplardamar, sol kulakçığına temiz kanı akciğer toplardamarları getirir.
- Kalbin sağ karıncığındaki kirli kanı akciğerlere akciğer atardamarları, sol karıncığındaki temiz kanı vücuda aort götürür.




**Kalbin kısımları**

- Kalp kası, kendiliğinden ritmik uyarılar oluşturarak kasılabilir. Kalpte özelleşmiş uyarıcı ve iletici kas lifleri vardır. Özelleşmiş kas lifleri kalbin ritmik kasılmalarında görev yapar.
- Kalpte impuls oluşturan iki düğüm ve impulsu taşıyan özel iletim demetleri bulunur.

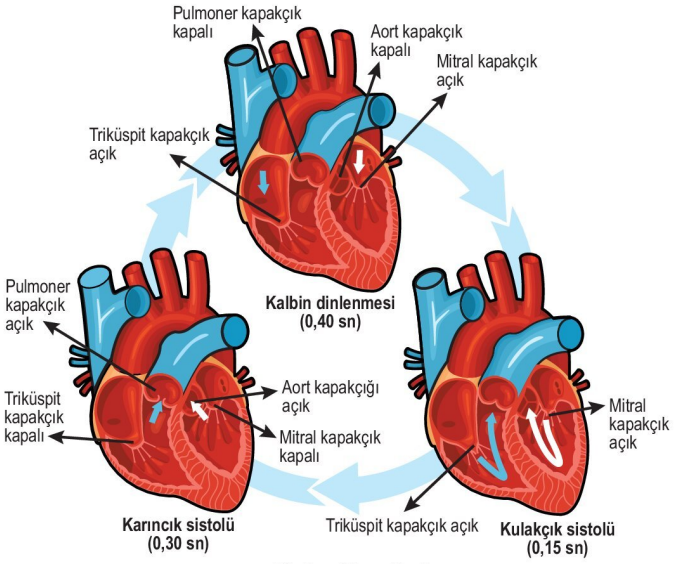



**Kalpte impuls oluşumu ve iletimi**

- Kalbin sağ kulakçığında bulunan **sinoatriyal (S.A.) düğüm** dakikada 70-80 impuls üretir.
- SA düğümden çıkan impulslar kulakçıkların kasılmasını sağlar.
- SA düğümden gelen impulslar **atrioventriküler (AV) düğüme** iletilir.
- AV düğümdem çıkan özel kas telciklerine **his demetleri** denir. His demetleri karıncık duvarında dallanarak **Purkinje liflerini** oluşturur.
- AV düğümden gelen impuls, his demetleri ve Purkinje lifleri ile karıncık kaslarına yayılır ve karıncıklar kasılır.

### Kalp Döngüsü

- Kalbin birbirini takip eden kasılma ve gevşeme olayına **kalp döngüsü** adı verilir.
- Kalp döngüsü ortalama 0,85 sn sürer. Her kalp atımında kalp kasılır, gevşer ve dinlenir. Kalp odacıklarının kasılmasına **sistol**, gevşemesine **diastol** denir.
- Kalpte impuls oluşumu ve iletiminde sırasıyla;
  - SA düğümden çıkan uyarılar kulakçıklara yayılır ve kulakçıklar kasılır.
  - Uyarılar AV düğüme ulaşır. Uyarı burada 0,1 sn kadar geciktirilir ve kulakçıklardaki kan karıncıklara dolar.
  - AV düğümden çıkan uyarılar his demetlerine ve Purkinje liflerine iletilir.
  - Uyarılar karıncıklara yayılır ve karıncıklar kasılır.
- Kalp döngüsünün yaklaşık 0,15 saniyesinde kulakçıklar, 0,30 saniyesinde karıncıklar kasılır. Geriye kalan 0,40 saniyelik sürede kulakçıklar ve karıncıklar gevşer ve kalp dinlenir.




**Kalp döngüsü**

- Kulakçıklar gevşeme durumunda iken toplardamarlardan kan alır. Bu sırada karıncıklar kasılı durumda olup kirli ve temiz kanı atardamarlara gönderir. Karıncıklar kasılırken biküspit ve triküspit kapaçıklar kapalı, yarım ay kapaçıkları açıktır. Kulakçıklar kasılı durumda iken biküspit ve mitral kapakçıklar açık, karıncıklar gevşeme durumunda ve yarım ay kapakçıkları kapalıdır. Bu sırada kulakçıklardan karıncıklara kan geçmektedir.
- Kalp dinlenirken kulakçıklar ve karıncıklar gevşemiş durumdadır. Ayrıca triküspit ve mitral kapaçık açık, aort ve pulmoner kapakçık kapalı olup kulakçıklardan karıncıklara doğru kan akışı gerçekleşmektedir.

3D YAYINLARI

**Kalp debisi:** Birim zamanda kalpten geçen kan miktarına denir. Kalbin kasılma sayısı ve her bir kasılmada bir karıncığın pompaladığı kan miktarına göre belirlenir.

**Nabız:** Kalp atışının atardamarlardan hissedilmesidir. Yetişkin sağlıklı bir insanda dakikada 60-80 kez hissedilir.

**Kalbin çalışmasını etkileyen faktörler:**

**Sinirler**

- Sempatik sinirler kalp atışını hızlandırır,
- Parasempatik sinirler (en önemlisi Vagus siniri) kalp atışını yavaşlatır.

**Hormonlar**

- Adrenalin, tiroksin ve noradrenalin kalp atışını hızlandırır.
- Vagus sinirinden salgılanan asetilkolin kalp atışını yavaşlatır.

➜ Kandaki $CO_2$ miktarının artması (ateş), kafein, tein, alkol, nikotin gibi maddeler kalp atışını hızlandırır.

**Tansiyon**

Karıncıkların kasılması ve gevşemesi sırasında oluşan ve atardamarda hissedilen basınçtır. Karıncıkların kasılması sırasında oluşan basınca **büyük tansiyon**, karıncıkların gevşemesi sırasındaki basınca ise **küçük tansiyon** denir. Sağlıklı yetişkin bir insanda büyük tansiyon 120 mmHg, küçük tansiyon ise 80 mmHg kadardır.

**NOT**

Kalp kapakçıklarının yapısal bozukluğu sonucu oluşan ve kanın kulakçıklara geri dönmesine neden olabilen rahatsızlığa **üfürüm**, kalp atışları arasındaki sürenin düzensizleşmesiyle kalp ritminin bozulmasına ise **aritmi** denir. Aritmide kalp hızı normal olabilir ya da 60'ın altında (bradikardi) veya 100'ün üzerinde (taşikardi) olabilir.

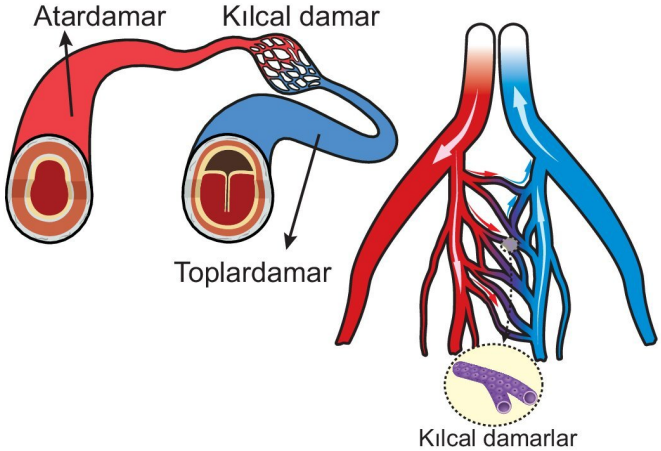
**Shorts 9**

**Bir elektrokardiyogram (EKG) grafiği nasıl okunur?**

## Damarlar

➜ Kanı vücuda dağıtan yapılardır.

➜ Dolaşım sisteminde atardamar, toplardamar ve kılcal damar olmak üzere üç çeşit damar bulunur.




## Atardamarlar (Arterler)

➜ Kanı kalpten vücuda ve akciğerlere taşıyan damarlardır.

➜ Sağ karıncıktan çıkan akciğer atardamarlarında kirli (oksijence fakir), sol karıncıktan çıkan aort atardamarında ve diğer tüm atardamarlarda temiz (oksijence zengin) kan bulunur.

**NOT**

Atardamarlar kanı iletiği organa göre isimlendirilir.

➜ Vücuda temiz kanı ileten aort atardamarı kalpten çıktıktan sonra üç kola ayrılır. Bu kollardan biri vücudun üst kısmındaki organlara, biri vücudun alt kısmındaki organlara (böbrek, karaciğer, bacaklar, sindirim organları gibi); biri ise kalbe (koroner arter) temiz kanı iletir.

**NOT**

Kalbin pompaladığı kanın yaklaşık %10'u kalbin beslenmesinde kullanılır.

➜ Atardamarların yapısında dıştan içe doğru;

- bol miktarda elastik lif içeren bağ doku,
- elastik lif ve düz kas içeren tabaka,
- yassı epitel hücrelerinden oluşan endotel tabakası

bulunur.

➜ Kan basıncının en yüksek olduğu damarlar atardamarlardır. Yüksek basınçtan zarar görmemesi için düz kas tabakasında bol miktarda elastik lif bulunur.

➜ Koruyucu örtülerin yani damar çeperinin en kalın, total lümen çapının en az olduğu damarlar yine atardamarlardır.

➜ Lümen çapının az, kan basıncının yüksek olması nedeni ile kanın akış hızının da en fazla olduğu damarlar atardamarlardır.

➜ Atardamarlarda kanın hareketi,

- kalbin karıncıklarının kasılmasıyla oluşan yüksek kan basıncı,
- damarların yapısındaki düz kaslar ile elastik liflerin esnekliği ve kasılıp gevşemesi
- arkadan gelen kanın öndekini itmesi,
- yerçekimi

faktörlerinin etkisi ile gerçekleşir.

➜ Atardamarların düz kaslarının kasılıp gevşemesini hormonlar ve sinir sistemi düzenler.

**NOT**

Atardamarlar genellikle vücut yüzeyinden uzaktadır.

3D YAYINLARI

### Toplardamarlar (Venler)

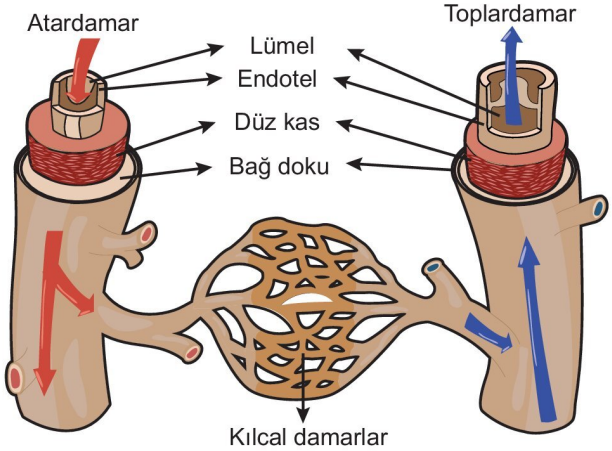
- Vücuttan ve akciğerden kanı kalbe getiren damarlardır.

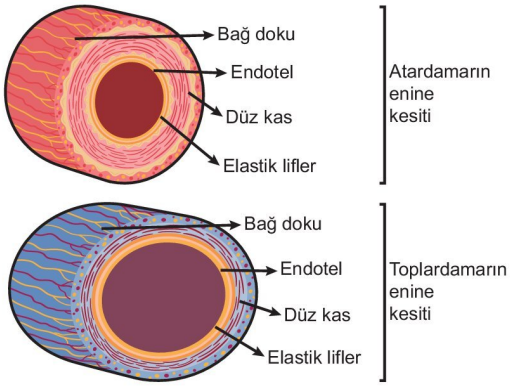
**NOT**

Kapı toplardamarı kanı kalbe değil sindirim organlarından, pankreastan ve dalaktan karaciğere getirir.

- Akciğer toplardamarı hariş kirli kan taşırlar.
- Sağ kulakçığa kirli kanı alt ve üst ana toplardamarları; sol kulakçığa temiz kanı akciğer toplardamarları getirir.
- Genellikle çıktıkları organların adıyla isimlendirilirler.
- Toplardamarların yapısında dıştan içe doğru;
  - az miktarda elastik lif içeren bağ doku,
  - atardamardakine oranla daha az miktarda düz kas ve elastik lif içeren tabaka,
  - yassı epitelden oluşan endotel tabakası

  bulunur.
- Kan basıncının en az olduğu damarlar toplardamarlardır.
- Lümen çapı atardamara göre fazla, damar çeperi ise daha incedir.
- Çapı 1 mm'den büyük olan ve kalp hizasının altındaki toplardamarların yapısında genellikle kanın yerçekimi nedeni ile geri dönmesini önleyen tek yönlü açılan kapakçıklar bulunur.




- Toplardamarlarda kanın hareketi,
  - kalp kulakçıklarının gevşemesi nedeni ile oluşan emme gücü yani negatif basınç
  - damarların yapısındaki düz kasların kasılıp gevşemesi,
  - iskelet kaslarının damarı sıkıştırması,
  - vücudun üst kısmındaki organlarda yer çekimi,
  - vücudun alt kısmındaki organlarda aşağıdan yukarı doğru tek yönlü açılan kapakçıklar,
  - solunum hareketleri (nefes alma sırasında göğüs boşluğunun genişlemesi ile iç basıncın azalması),
  - kan basıncı,
  - arkadan gelen kanın öndekini itmesi,

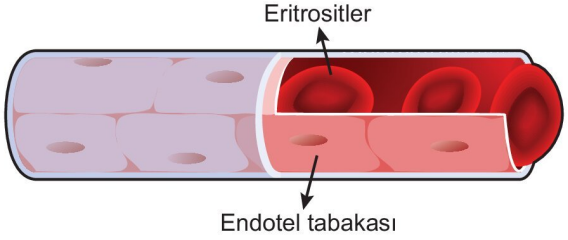
  faktörlerinin etkisi ile gerçekleşir.

**NOT**

Toplardamarlar genellikle vücut yüzeyine yakındır.

### Kılcal damarlar

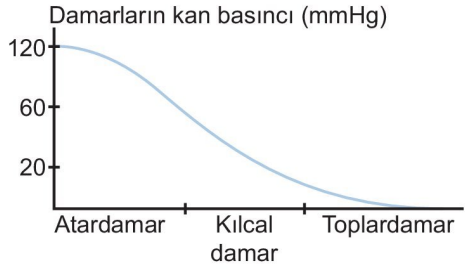
- Atardamarlar ile toplardamarlar arasında bulunan damarlardır (böbrek nefronlarındaki glomerulus kılcalları hariç).
- Kan ile hücreler arasında iki yönlü olarak difüzyon ile madde alışverişini sağlarlar.
- Yapısında tek katlı yassı epitelden oluşan endotel tabakası ve endotel tabakanın oluşturduğu ince bir duvar bulunur.

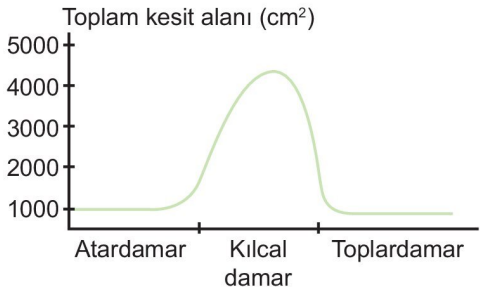


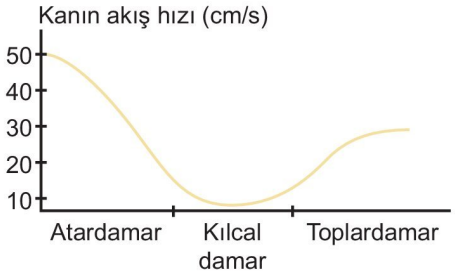

- Çapı alyuvar çapından biraz geniştir.
- Kanın akış hızının en yavaş olduğu damarlardır.
- Bir kılcal damarın enine kesiti atardamardan yaklaşık 500 kat, toplardamardan yaklaşık 600 kat küçüktür. Ancak kılcal damarlar dallandığından toplam kesit alanı (total çap) diğer damarlara göre çok fazladır.

**MERAKLISINA**

Yetişkin bir insanda yaklaşık beş litre kan bulunur. Bu kanın yaklaşık bir litresi atardamarlarda, bir litresi ise kılcal damarlarda bulunur. Kanın büyük bir kısmı toplardamarlarda bulunduğu için toplardamarlar kan deposu olarak düşünülebilir.

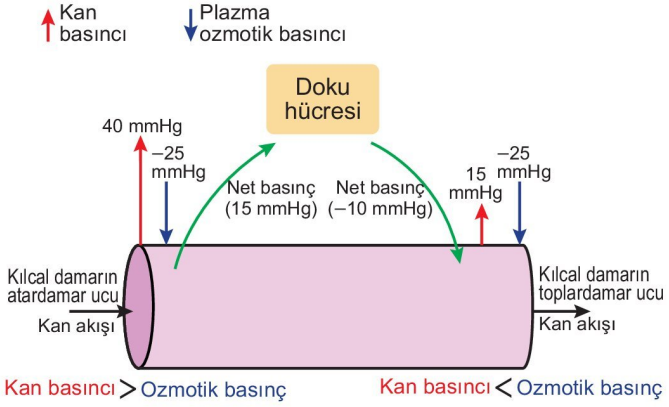


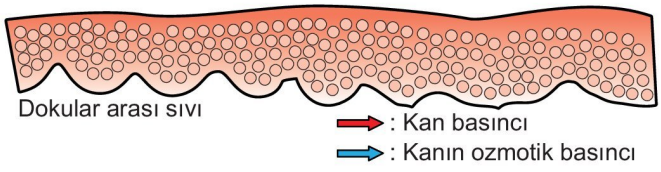



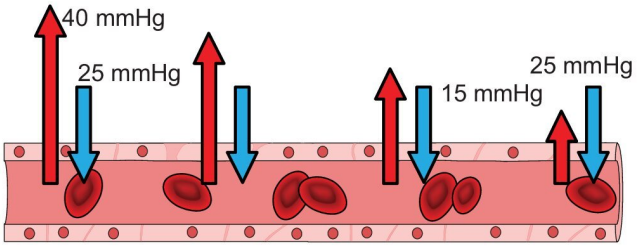

## Kan ile doku sıvısı arasındaki madde alışverişi (Starling kuvvetleri)

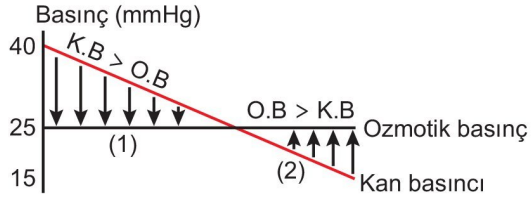
- Dokuyu oluşturan hücreler doku sıvısında bulunur.
- Doku sıvısı hücrelerden ve kandan sızan maddelerden oluşur.
- Kılcal damarlar ile doku sıvısı arasındaki madde alışverişi kan basıncına ve emme kuvvetine göre gerçekleşir.
- $O_2$, $CO_2$, monomerler, laktik asit, su, mineraller üre gibi moleküller kılcal damarlardan geçebilirken kan proteinleri gibi büyük moleküller genellikle geçmez ve kanda kalır. Kanda kalan bu proteinler kanın ozmotik basıncının oluşmasında rol oynar. Alyuvarlar ise kan kılcallarından geçemez.
- Kılcal damarların atardamar ucundan toplardamar ucuna doğru gidildikçe kan basıncı azalır. Ancak plazma proteinlerinin kılcal damarlardan güçlükle ve basıncı etkilemeyecek kadar az çıkması nedeni ile kanın protein ozmotik basıncı kılcal damar boyunca sabittir.




- Kılcal damarın atardamar ucundaki kan basıncı protein ozmotik basıncından yüksek olduğu için bu kısımda kılcallardan doku sıvısına madde geçişi olur (1). Kılcal damarların toplardamar ucunda ise kanın ozmotik basıncı kan basıncından fazla olduğu için doku sıvısından kana madde geçişi gerçekleşir (2).




**NOT**

Kılcal damarın atardamar ucunda kandan doku sıvısına geçen ve toplardamar ucunda doku sıvısından kana geçen madde miktarı farklılık gösterse de bu dengesizliği lenf sistemi çözer. Kılcal damarlardan kaybedilen maddeler lenf sistemiyle kan dolaşımına taşınır.

### Ödem ve nedenleri

- Doku sıvısındaki su ve madde miktarının artmasına **ödem** denir.
  - Kan basıncının artması,
  - kanın protein ozmotik basıncının azalması,
  - doku sıvının ozmotik basıncının artması,
  - lenf kılcallarının tıkanması,
  - kılcal damarların geçirgenliğinin artması,
  - aldosteron hormonunun normalden fazla salgılanması nedeni ile böbrekten emilen tuz ve su miktarının artması,
  - kan hacminin artması

  gibi nedenler ödeme yol açabilir.

3D YAYINLARI

## Kan Dolaşımı

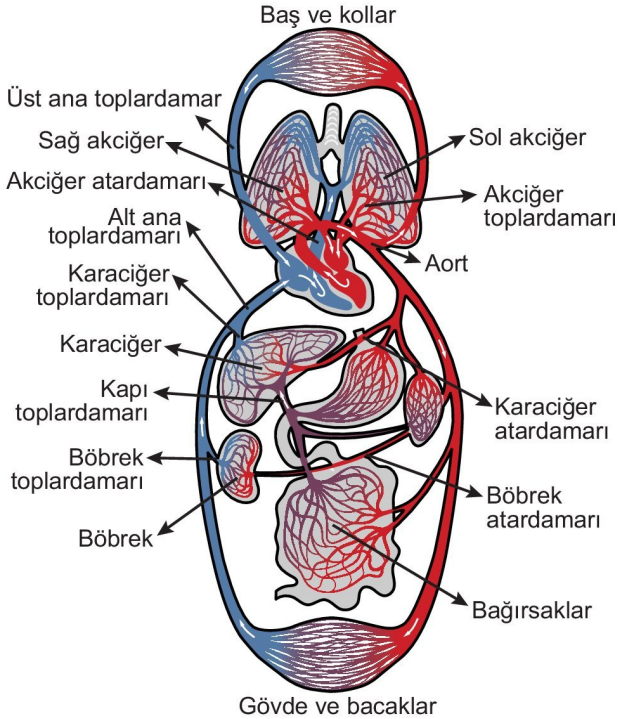
➜ Kalpten pompalanan kanın vücudu ve akciğerleri dolaşarak tekrar kalbe gelmesine **kan dolaşımı** denir.

### Küçük Kan Dolaşımı (Pulmoner Dolaşım)

- Kalp ile akciğerler arasında gerçekleşir.
- Amacı kandaki $CO_2$'yi vermek ve kana $O_2$ almaktır.
- Sağ karıncıktan başlar ve sol kulakçıkta tamamlanır.

**Kan sırasıyla şu yolu izler:**

Sağ karıncık → Akciğer atardamarları → Akciğer kılcalları → Akciğer toplardamarları → Sol kulakçık




**Kan dolaşımı**

**Shorts 10**

**Balıklarda neden küçük kan dolaşımı gözlenmez?**

### Büyük Kan Dolaşımı (Sistemik Dolaşım)

- Kalp ile vücut arasında gerçekleşir.
- Amaç dokulara besin ve $O_2$ taşımak, metabolik atıkları ilgili organlara iletmek ve oluşan atıkları gerekli yapılara taşımaktır.
- Sol karıncıktan başlar ve sağ kulakçıkta tamamlanır.

**Kan sırasıyla şu yolu izler**

Sol karıncık → Aort → Organlar → Üst ve alt ana toplardamarlar → Sağ kulakçık

## Kan

➜ Kan, damar içinde dolaşan, hücrelerden ve plazma adı verilen sıvıdan oluşan dokudur.

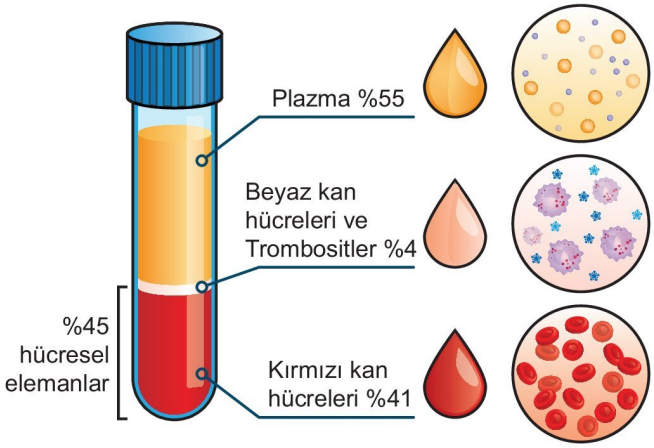
### Görevleri

- Vücuda besin monomerlerini ve oksijeni taşır.
- Hücrelerde oluşan metabolik atıkları akciğer, böbrek gibi organlara iletir.
- Hormonları hedef organlara taşır.
- Vücut sıcaklığının düzenlenmesini sağlar.
- Vücudun su dengesini, pH dengesini ve homeostasinin korunmasını sağlar.
- Vücuda giren mikroorganizmaların yok edilmesinde etkinlik gösterir.
- Pıhtılaşmayı sağlayarak kan kaybını ve vücuda mikrop girişini önlemeye yardımcı olur.

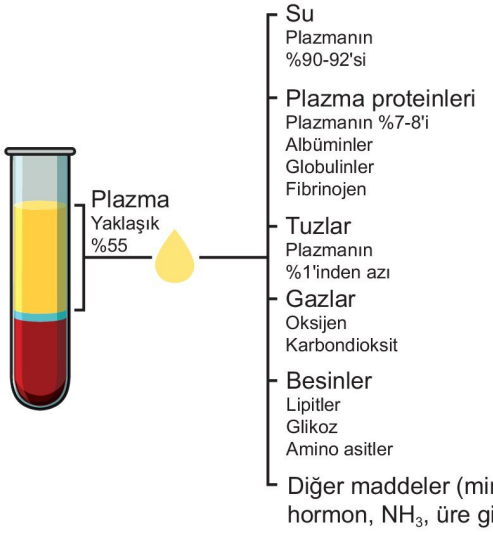
➜ Kanın optimum pH'ı 7,4 olup bu değer çok dar sınırlarda değişebilir (7,0-7,8).

### Kanın Yapısı

➜ Kan doku plazma adı verilen sıvı kısımdan (%55) ve hücresel elemanlardan (%45) oluşur.




### Kan Plazması




3D YAYINLARI

- Kanın santrifüj edilmesinden sonra kan hücrelerinin çökmesi ile üstte oluşan sarımsı sıvıya **plazma** denir.
- Kan plazmasında plazma proteinleri (albumin, fibrinojen, antikorlar, histamin), besin maddeleri, $O_2$, $CO_2$, üre, $NH_3$, bazı mineraller (kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, bikarbonat iyonu gibi), hormonlar ve su gibi maddeler bulunur.

**Plazma proteinlerinden;**

- fibrinojen, kanın pıhtılaşmasında,
- albumin, ozmotik basıncın ve pH dengesinin ayarlanmasında,
- antikorlar, vücut savunmasında,
- histamin, kılcal damarların geçirgenliğinin ayarlanmasında,

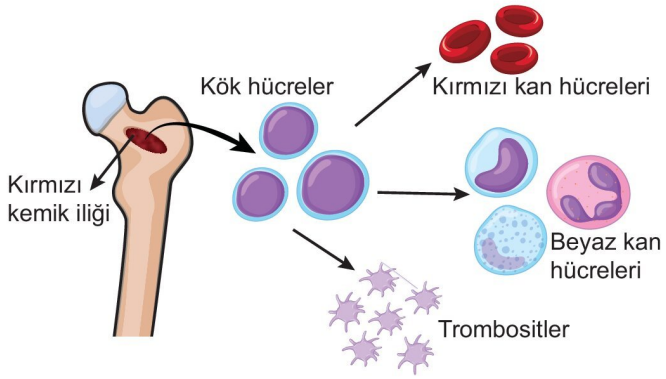
**görev yapar.**

- Kandaki mineraller ve iyonlar ozmotik basıncın ve pH'ın ayarlanmasında görev yapar.

**NOT**

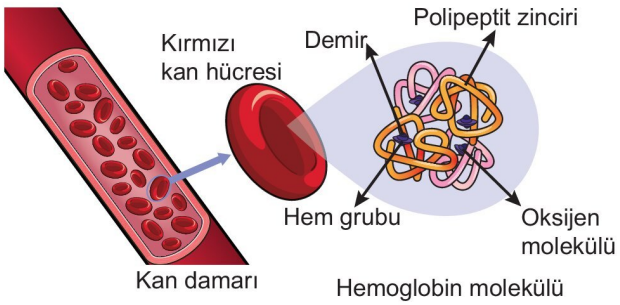
Plazmadan fibrinojenin ayrılması ile oluşan sarı renkli berrak sıvıya **kan serumu** denir.

### Kanın Hücresel Elemanları




- Kanda alyuvar (eritrosit), akyuvar (lökosit) ve kan pulcukları (trombosit) olmak üzere üç farklı hücresel eleman bulunur.
- Alyuvarlar ve akyuvarlar kan hücreleridir ancak kan pulcukları hücre değil hücre parçacıklarıdır.

### Alyuvarlar (Eritrositler)




- Kanda en çok oranda bulunan hücrelerdir. $1mm^3$ kanda sağlıklı erkeklerde 5-6 milyon, sağlıklı kadınlarda ise 4-5 milyon kadar alyuvar bulunur.
- Embriyonik dönemde dalak, karaciğer ve lenf düğümlerinde; yetişkin bireylerde ve hamileliğin son ayındaki fetüste kırmızı kemik iliğinde üretilir.

**NOT**

Yetişkin bireylerde alyuvar üretimi özellikle göğüs kemiği, kaburgalar, omurlar, pelvis ve üyelerin uzun kemiklerindeki kırmızı ilikte gerçekleşir.

- Üretildikten birkaç gün sonra çekirdeklerini ve organellerini kaybederek kana geçerler. Bu nedenle olgun alyuvarlar bölünüp çoğalamaz, protein sentezi ve oksijenli solunum yapamazlar.
- Gerekli ATP'yi laktik asit fermantasyonu ile sentezlerler.
- Kanda pasif hareket ederler ve damar dışına çıkmazlar.
- Yapısında kana kırmızı renk veren ve solunum gazlarını taşıyan hemoglobin pigmenti bulunur (çekirdek ve organellerini kaybetmeleri $O_2$ taşıma kapasitesini artıran bir adaptasyondur).
- Ortalama ömürleri 120 gündür.
- Yaşlanan ve işlevini yitiren alyuvarlar karaciğerde ve dalakta parçalanır.
- Alyuvarların zarında kan gruplarının belirlenmesini sağlayan antijenler vardır.
- Kandaki alyuvar sayısının yetersizliğine **anemi** denir. Kan kaybı, alyuvar üretiminin yeteri kadar yapılmaması, eritropoietin hormonunun yetersizliğine neden olan karaciğer ve böbrek hastalıkları, alyuvar yıkımının fazla olması anemiye neden olabilir.

**NOT**

Kırmızı kemik iliğini alyuvar üretimi için uyaran eritropoietin hormonunun %90'ı böbrekten, %10'u ise karaciğerden kana salgılanır.

- Deniz seviyesinden yükseklere doğru çıkıldıkça $O_2$'nin kısmî basıncı azaldığından, $O_2$ alımı zorlaşır ve alyuvar sayısı artar.

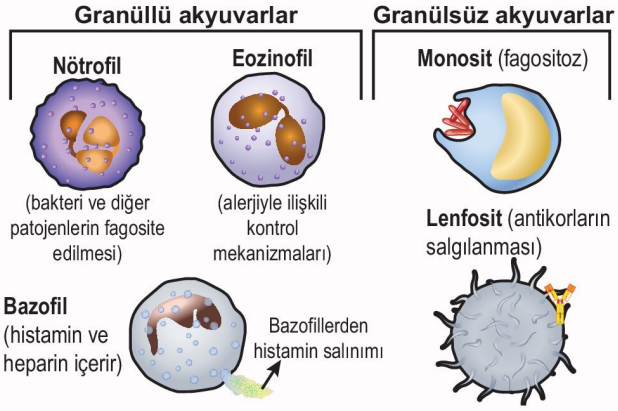
### Akyuvarlar (Lökositler)

- Kanda en az oranda bulunan hücrelerdir. Sağlıklı bir bireyin 1 $mm^3$ kanında ortalama 5-10 bin arasında akyuvar vardır.
- Vücut savunmasında görev alırlar.
- Vücudu enfeksiyonlara ve toksik maddelere karşı korurlar.
- Kısmen kırmızı kemik iliğinde, kısmen de bademcik, dalak, timüs bezi gibi lenf dokularında üretilirler.
- Yaşam süreleri birkaç saatten birkaç güne kadar değişebilir.
- Çekirdekli ve renksiz hücrelerdir.
- Yalancı ayaklar ile hareket ederek damar dışına çıkabilen çeşitleri vardır.
- Enfeksiyon durumunda sayıları artar, iyileşince sayıları normale döner.

3D YAYINLARI

**MERAKLISINA**

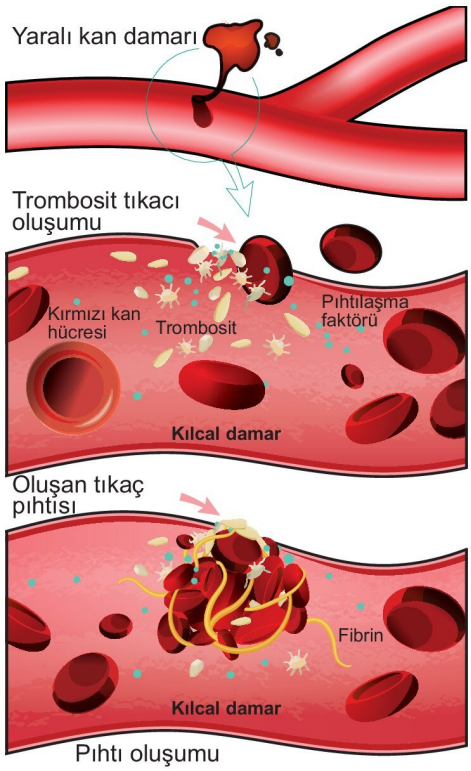
Akyuvarların granüllü ve granülsüz olmak üzere temel iki çeşidi vardır. Bu akyuvar çeşitlerinin bazı işlevleri aşağıda verilmiştir.




- Bazı akyuvarlar fagositoz yaparak mikropları yok ederken bazı akyuvarlar mikroba karşı antikor adı verilen savunma proteinleri üreterek, bazıları ise mikrobu etkisiz hale getiren enzimler salgılayarak vücudu savunur.
- En önemli akyuvar çeşitleri T ve B lenfositleridir. T lenfositleri timüs bezinde olgunlaşır ve doğrudan mikroorganizmalara saldırarak hücresel bağışıklıkta görev alır. B lenfositleri ise kemik iliğinde olgunlaşır ve mikroba karşı antikor üreterek sıvısal (humoral) bağışıklıkta işlev görür.

## Kan Pulcukları (Trombositler)

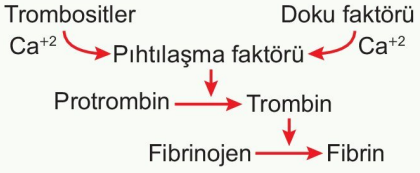
- Kırmızı kemik iliğindeki megakaryosit adı verilen hücrelerden kopan sitoplazmik parçacıklardır.
- Hücresel yapıda değildirler.
- Çekirdekleri yoktur. Ancak işlevlerini yapacak kimyasal maddeler ve enzimler içerirler.
- Renksizdirler.
- 1 $mm^3$ kanda ortalama 250-400 bin kadar kan pulcuğu bulunur.
- On günde bir yenilenirler.
- Ömürlerini tamamlayanlar karaciğer ve dalakta parçalanır.
- Görevi kanın pıhtılaşmasını başlatarak küçük yaralanmalarda kan kaybını önlemektir.
- Kesilme ve yaralanma gibi damar duvarının zarar gördüğü durumlarda pıhtılaşma başlar.
  - Öncelikli olarak trombositler birbirine yapışarak zarar gören damarların açığa çıkan kolajen liflerine tutunup trombosit tıkacı oluştururlar ve pıhtı oluşumu başlar.
  - Zedelenen dokudan ve trombositlerden aktifleştirici maddeler salınır ve bu maddeler plazmadaki protrombini aktifleştirerek trombinin oluşmasını sağlar.
- Trombin, plazmadaki fibrinojeni ipliksi yapıdaki aktif fibrine dönüştüren bir enzimdir.
- Fibrin kalın bir ağ oluşturarak kan hücreleri ile birlikte hasarlı bölgeyi kapatır.




- Pıhtılaşma faktörlerinden birinin veya birkaçının eksikliği pıhtılaşmayı olumsuz etkiler.
- Kanın pıhtılaşması sürecinde $Ca^{+2}$ iyonlarına ve K vitaminine de ihtiyacı vardır.

**NOT**

Pıhtılaşmada görev alan protrombin ve fibrinojen karaciğerde sentezlenir ve kana verilir. Bu maddeler plazmada her zaman bulunur.




**NOT**

Kan hücreleri leğen kemiği, göğüs kemiği, omurga ve kaburga kemiklerindeki kırmızı ilikte bulunan kök hücrelerden gelişir. Bu nedenle bazı kan hastalıkları kemik iliği nakli ile tedavi edilebilir.

### Kan Grupları

➜ Alyuvarların hücre zarı yüzeyinde bulunan özgül glikoproteinlere **antijen**; antijene karşı üretilen plazma proteinlerine ise **antikor** adı verilir. AB0 ve Rh sistemi bakımından kan grupları, alyuvar antijenleri ve plazma antikorları tablodaki gibidir.

| Kan grubu | Alyuvar antijeni (Aglutinojen) | Plazma antikoru (Aglutinin) |
|---|---|---|
| A | A | Anti-B |
| B | B | Anti-A |
| AB | A ve B | Yok |
| 0 | Yok | Anti-A ve Anti-B |
| $Rh^+$ | Rh antijeni | Yok |
| $Rh^-$ | Yok | Anti-Rh (Anti-D) |

| | A Grubu | B Grubu | AB Grubu | 0 Grubu |
|---|---|---|---|---|
| Kırmızı kan hücresi tipi | | | | |
| Plazmadaki antikorlar | | | — | |

**NOT**

$Rh^-$ bireylerde Anti-Rh antikoru üretimi Rh antijeni ile ilk karşılaşmadan sonra başlar.

➜ Kan gruplarına adını veren alyuvar antijenidir.

➜ Kan nakillerinde vericinin antijenine ve alıcının antikoruna dikkat edilir.

- Aynı tip antijen ile aynı tip antikor bir araya geldiğinde kanda **çökelme (aglutinasyon)** meydana gelir. Bu durum bireyin ölümüne neden olabilir.

**NOT**

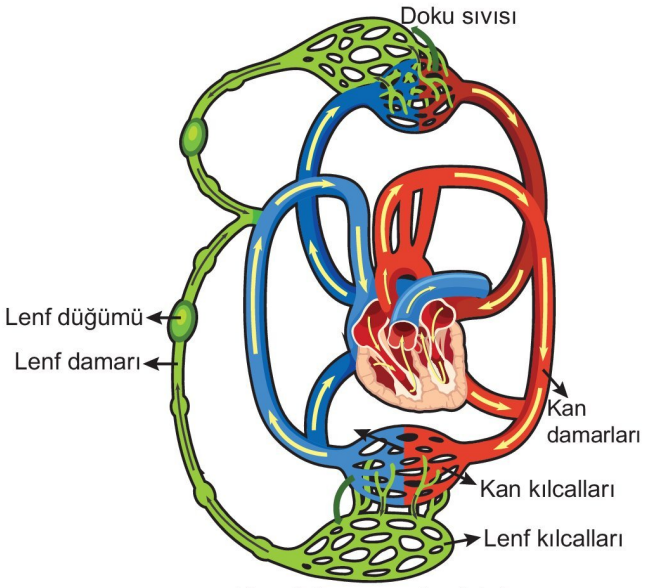
Genellikle kan alışverişi aynı kan grupları arasında yapılır. Eğer bir bireye çökelmeye neden olabilecek kan verilirse oluşan çökelti damarları tıkar, alyuvarlar parçalandığı için alyuvar sayısı hızla azalır, alyuvarlardaki hemoglobin plazmaya geçer, böbrek damarları daralıp tıkanır ve akut böbrek yetmezliği ortaya çıkar. Hemoglobinin yıkım ile oluşan bilirubin vücuttan yeteri miktarda atılamadığı için vücutta sarılık oluşur. Yeni doğan bebeklerde görülebilen fizyolojik sarılık bu şekilde gerçekleşebilir.

## LENF DOLAŞIMI

➜ Sağlıklı yetişkin bir bireyde her gün yaklaşık 4-8 litre sıvı kılcal damarlardan doku sıvısına geçer. Kılcal damar duvarı büyük kan proteinleri gibi moleküllere geçirgen olmasa da çok az kan proteini doku sıvısına geçebilir. Kandan kaybedilen sıvı ve proteinler lenf dolaşımı ile kana geri kazandırılır.

➜ Lenf dolaşımının üç temel görevi vardır.

- Doku sıvısı miktarını düzenler, doku sıvısının fazlasını kana taşıyarak ödem oluşumunu engeller.
- İnce bağırsak villuslarından emilen yağ asitleri ve gliserolden ile yağda çözünen A, D, E, K vitaminlerini kana taşır.
- Vücuda giren yabancı maddelere ve mikroorganizmalara karşı vücuda savunur.



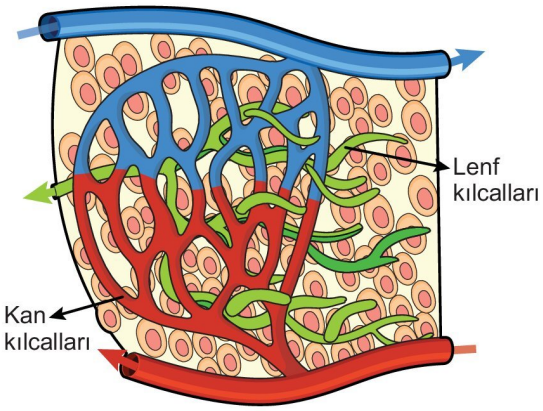

**Kan dolaşımı ve lenf dolaşımı**

➜ Lenf sistemi; lenf sıvısı, lenf damarları ve lenf düğümlerinden oluşur.

➜ Lenf damarlarına geçmiş olan doku sıvısına **lenf sıvısı** denir. Akkan da denilen bu sıvının kan sıvısından en önemli farkı alyuvar, trombosit ve fibrinojen bulundurmamasıdır. Fibrinojen içermediğinden pıhtılaşması zordur. Lenf sıvısını hareketi kana göre yavaştır.

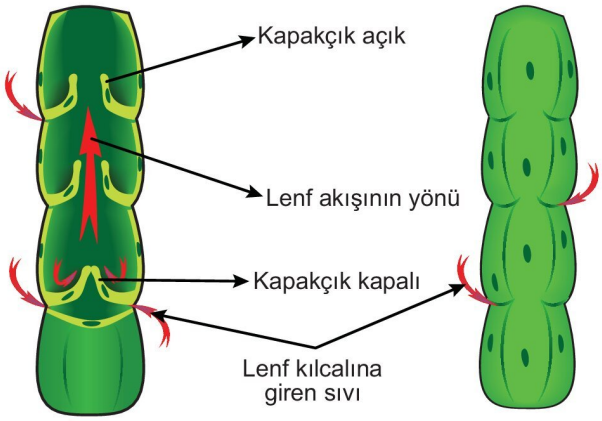
➜ Lenf damarları lenf kılcallarından ve lenf toplardamarlarından oluşur.

- Lenf kılcallarının doku sıvısına uzanan ucu kapalı, lenf toplardamarına uzanan kısmı açıktır. Kan kılcalları gibi tek katlı yassı epitelden oluşur. Kan kılcallarına göre geçirgenliği fazladır, çünkü porları daha büyüktür.




3D YAYINLARI

➜ Lenf toplardamarlarının yapısı kan toplardamarlarının yapısına benzer. Kan toplardamarlarında olduğu gibi vücudun alt kısmında yer alanlarında tek yönlü açılan kapakçıklar bulunur.




➜ Lenf toplardamarlarında lenf sıvısının hareketinde,

- iskelet kaslarının kasılması,
- doku sıvısının basınç uygulaması,
- damar yapısındaki düz kasların kasılıp gevşemesi,
- solunum hareketleri,
- arkadan gelen sıvının öndekini itmesi,
- kulakçıkların gevşemesi ile oluşan emme kuvveti,
- yerçekimi,
- lenf sıvısının geriye dönmesini önleyen kapakçıklar

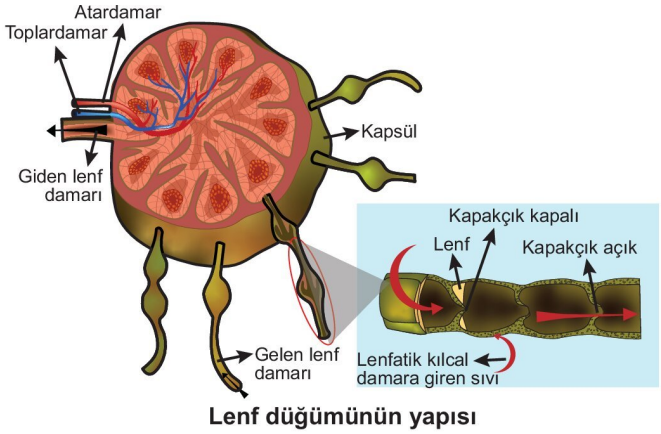
etkilidir.

**NOT**

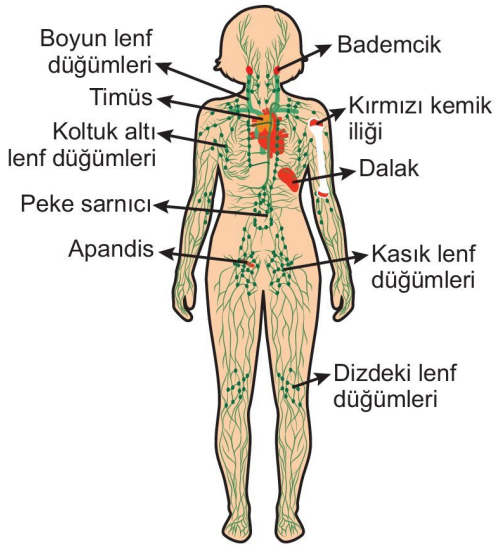
Lenf sisteminde atardamar yoktur.

➜ Lenf düğümleri, lenf sıvısını süzer, akyuvar üretir ve depolar.

- En çok karın, kasık, boyun, koltuk altı ve göğüste bulunur.
- Enfeksiyon durumunda akyuvar sayısı arttığından lenf düğümleri şişebilir.
- En önemli lenfatik organlar bademcik, dalak, timüs bezi ve apandistir.




**Lenf düğümünün yapısı**




**Lenf düğümleri ve lenfatik organlar**

➜ Lenf dolaşımı, lenf sıvısını iki yolla kan dolaşımına taşır.

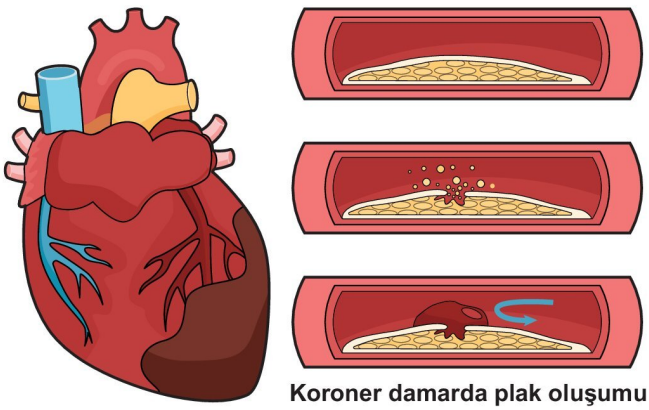
**Shorts 11**

**Lenf ile starling modelinin bağlantısı nedir?**

## Dolaşım Sistemi Rahatsızlıkları

**Kalp krizi (miyokardiyal enfarktüs):**

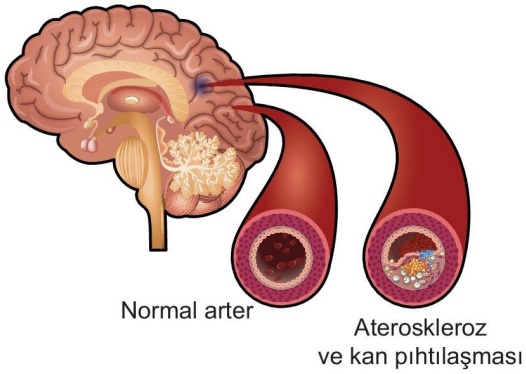
Kalbi besleyen koroner damarların daralması veya tıkanması sonucu kalbe yeteri kadar besin ve $O_2$ iletilememesinden kaynaklanır. Bypass adı verilen ameliyat ile tedavi edilebilir.



**Koroner damarda plak oluşumu**

**Damar tıkanıklığı:**

Vücuttaki büyük ve orta çaplı atardamarların iç yüzeyinde plak oluşumu, kan pıhtıları ve hava baloncuklarının damarı tıkaması sonucu oluşabilir. Plak oluşumuna bağlı olarak damarın içi daralır ve damar sertleşir. Damardaki bu sertleşmeye **ateroskleroz** denir. Genetik nedenler, diyabet, yüksek tansiyon ve beslenme bozukluğu gibi nedenler bu rahatsızlığın görülme olasılığını artırır.




**Yüksek tansiyon:**

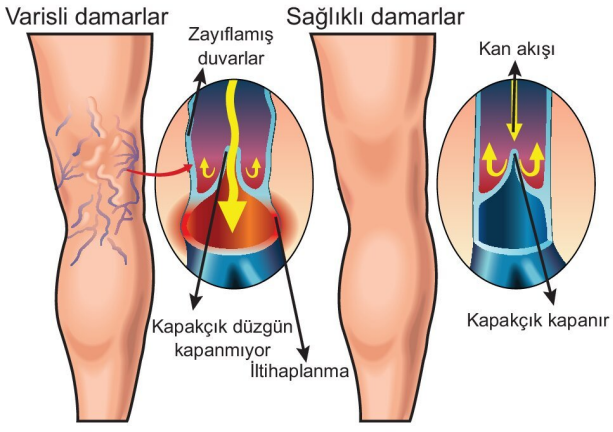
Büyük tansiyonun 140 mmHg'den ve küçük tansiyonun 90 mmHg'den yüksek olması durumudur. Hareketsizlik, fazla tuz tüketimi, genetik yapı gibi nedenlerden dolayı böbrekten kana fazla su emilmesi kan hacmini ve basıncını artırabilir.

**Düşük tansiyon:**

Büyük tansiyonun 90 mmH'den ve küçük tansiyonun 60 mmHg'den düşük olması durumudur. Kan kaybı, hormonal hastalıklar, vücudun susuz kalması gibi nedenlere ortaya çıkabilir.

**Varis:**

Vücudun alt kısmındaki toplardamarların genişlemesi ve kapakçıkların görevini tam yapamaması sonucu ortaya çıkar. Damarda kan akımını yavaşlatır ve toplardamarlarda kanın birikmesine neden olabilir.

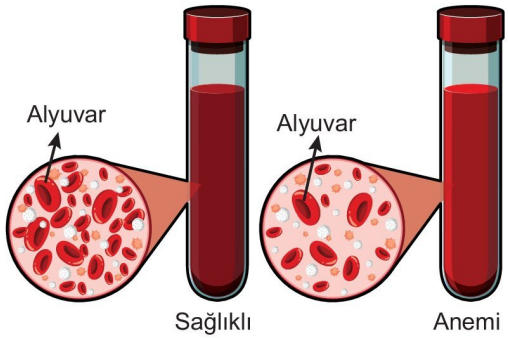



**Kangren:**

Dokuyu besleyen damarların pıhtı oluşumu veya mekanik nedenlerle tıkanması sonucu dokuya besin ve $O_2$ iletiminin yetersiz kalması durumudur. Diyabet, ağır travmalar, kırıklar, uzuvların ve dokuların donması kangrene neden olabilir.

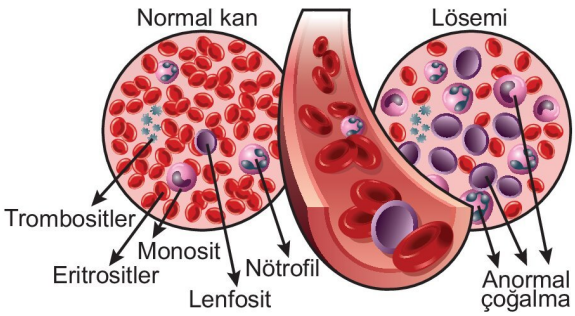
**Anemi:**

Kandaki alyuvar sayısının azlığıdır. Alyuvar yapımının azalması veya yıkımının artması sonucu oluşur. Kanama ile kan kaybı, demir ve vitamin eksikliği ($B_9$, $B_{12}$), kemik iliği hastalıkları, eritropoietin hormonu yetersizliği, orak hücreli anemi hastalığı anemiye neden olabilir.




**Lösemi:**

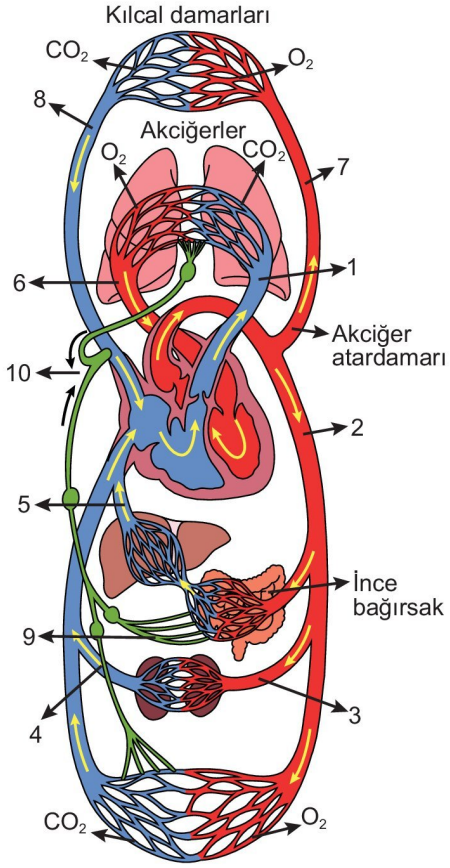
Kandaki akyuvar sayısının zarar verici şekilde artmasıdır. Lösemide kemik iliğindeki kök hücreler kontrolsüz çoğalır ve lenf bezleri aracılığıyla organlara yayılır. Akut lösemi daha çok çocuklarda, kronik lösemi ise daha çok yetişkin bireylerde görülür. Yüksek doz radyasyona, tarım ilaçlarına ve kimyasallara maruz kalmak, hava kirliliği, genetik nedenler ve virüsler lösemi ihtimalini artırabilir.




3D YAYINLARI

## ETKİNLİK 1

Aşağıdaki görselde insanın kan ve lenf dolaşım sistemine ait bazı yapılar numaralandırılarak verilmiştir.




**Buna göre, görseldeki damarlarda bulunan kanın içeriği ile ilgili aşağıdaki ifadelerin karşısına gelmesi gereken numaraları yazınız.**

| | |
|---|---|
| Karbondioksitçe zengin kan bulunduranlar: | |
| Büyük kan dolaşımında görev yapan damarlar: | |
| Küçük kan dolaşımında görev yapan damarlar: | |
| Alyuvar bulundurmayan damarlar: | |
| Sırasıyla üre derişimi en az ve en fazla olan kanı bulunduran damarlar: | |

## ETKİNLİK 2

**İnce bağırsaktan emilen işaretli bir A vitamini molekülü ile glikoz molekülünün ilk karşılaşmalarına kadar geçen süreçte hangi yapıların hangi sırasıyla görev yaptığını yazınız.**

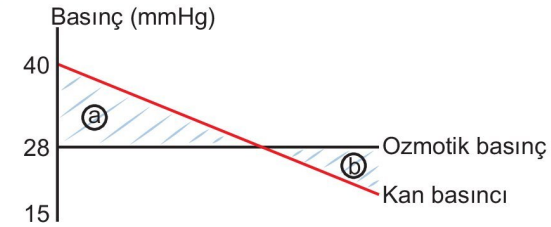
## ETKİNLİK 3

**Aşağıdaki tabloda kan hücreleri ile ilgili olarak verilen ifadelerden doğru olanlarının karşısındaki kutucuğu "✔" işareti ile işaretleyiniz.**

| | |
|---|---|
| Yükseklere doğru çıkıldıkça kandaki alyuvar sayısı artar. | ☐ |
| Kandaki alyuvarlar fermantasyonla, akyuvar ve trombositter ise oksijenli solunumla ATP sentezi yapar. | ☐ |
| Kandaki alyuvarlar ve trombositter pasif, akyuvarlar ise aktif hareket eder. | ☐ |
| Enfeksiyon durumunda kandaki akyuvar sayısı artar. | ☐ |
| Alyuvarlar bulundurduğu hemoglobin pigmentinden dolayı kırmızı renklidir. | ☐ |
| Tüm akyuvar çeşitleri antikor üreterek vücut savunmasında görev alır. | ☐ |
| Trombositler kanın pıhtılaşmasında görev yapan ökaryot hücrelerdir. | ☐ |
| Kanda en çok oranda bulunan hücre çeşidi alyuvardır. | ☐ |
| T lenfositleri hücresel, B lenfositleri humoral bağışıklıkta görevlidir. | ☐ |

## BECERİ TEMELLİ SORU 1

Aşağıdaki grafik karaciğer kılcallarından geçmekte olan kanın kan basıncı ve protein ozmotik basıncı değişimini göstermektedir.




**Buna göre;**

I. a bölgesinde kandaki $O_2$ miktarı, b bölgesinde ise kandaki $CO_2$ miktarı artar.

II. a bölgesinde kandan doku sıvısına $NH_3$; b bölgesinde ise doku sıvısından kana üre geçişi olur.

III. a bölgesinde kandan doku sıvısına yağda eriyen vitaminler; b bölgesinde ise doku sıvısından kana glikoz geçişi olabilir.

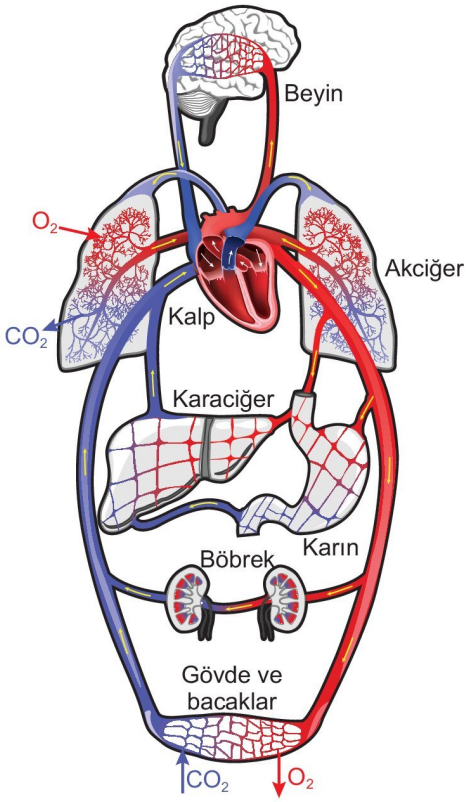
**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

3D YAYINLARI

**BECERİ TEMELLİ SORU 2**

Aşağıdaki görselde insanda kan dolaşımında görev yapan damarlardan ve organlardan bazıları verilmiştir.




**Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Kandaki $CO_2$'nin verilip kana $O_2$'nin alınması için kanın akciğer kılcallarından geçmesi gerekir.

B) Kalpten beyne, böbreğe ve karaciğere gönderilen kanın üre derişimi aynıdır.

C) Böbrekten çıkan kan ile karaciğerden çıkan kanın metabolik atık miktarı farklıdır.

D) İnce bağırsaktan gelen kandaki $CO_2$'nin dışarı atılması için kanın kalpteki ve akciğerdeki kılcallardan geçmesi zorunludur.

E) Akciğer toplar damarındaki kanın glikoz derişimi ile kalbin sol karıncığındaki kanın glikoz derişimi aynıdır.

**BİRE BİR ÖSYM 1**

**Aşağıdakilerden hangisi insan dolaşım sisteminin görevleri arasında yer almaz?**

A) Hormonları hedef organlara veya hücrelere taşımak

B) Sindirim enzimlerini sindirim kanallarına taşımak

C) Azotlu atıkları böbreklere taşımak

D) Solunum gazlarını gerekli organlara veya hücrelere taşımak

E) Antikorları işlev görecekleri yerlere taşımak

**BİRE BİR ÖSYM 2**

**Aşağıdaki durumların hangisinde insanın kalp atış hızında düşüş olması beklenir?**

A) Kandaki adrenalin homonu seviyesi arttığında

B) Kandaki karbondioksit miktarı arttığında

C) Kandaki tiroksin hormonu seviyesi artığında

D) Vücut sıcaklığı arttığında

E) Kalbe etki eden asetilkolin hormonu miktarı arttığında

**BİRE BİR ÖSYM 3**

**İnsanda ince bağırsaktan kana emilen işaretli bir glikoz molekülünün en kısa yoldan beyne ulaşması sürecinde;**

I. karaciğer,
II. böbrek,
III. kalp,
IV. akciğer

**organlarının hangilerinden geçmesi gerekir?**

A) Yalnız IV B) I ve II C) II ve III
D) I, III ve IV E) II, III ve IV

3D YAYINLARI

## BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ

- Vücudun hastalık yapıcı etkenlere karşı direnç göstermesini sağlayan sisteme **bağışıklık sistemi** denir.
- Vücutta bağışıklık tepkisine neden olabilen moleküllere **antijen**, hastalık yapıcı bakteri, virüs gibi organizmalara ise **patojen** denir.
- Bağışıklık sistemi kendinden olan ve olmayan moleküllerin ayrımını yaparak tepki oluşturur. Bu tepkinin üç aşaması vardır.
  - Tanıma aşamasında bağışıklık sistemi molekülün kendinden olup olmadığını ayırt eder.
  - Aktivasyon aşamasında savunma molekülleri ve hücreleri yabancı moleküle doğru taşınır.
  - Tepki aşamasında savunma molekülleri ve hücreleri patojeni yok eder.
- İnsanda savunma sistemi iki grupta incelenir.

### 1. Doğal bağışıklık

- Patojenlere karşı ayrım yapılmaksızın vücudun savunulmasına **doğal bağışıklık** denir. Bu bağışıklığın vücut dışı ön savunma (birinci savunma hattı) ve vücut içi savunma (ikinci savunma hattı) olmak üzere iki hattı vardır.
- Vücut dışı ön savunma (fiziksel engeller):
  - Deri
  - Mukoza
  - Salgılar
- Vücut içi savunma:
  - Fagositotik hücreler
  - Doğal katil hücreler
  - Antimikrobiyal proteinler (interferonlar)
  - Kompleman sistem
  - Yangısal tepki (iltihaplanma)

### 2. Kazanılmış bağışıklık

- Belirli bir hastalık etkenine özgü olan, antijeni tanıyarak uzun süreli cevabın oluşturulmasına **kazanılmış bağışıklık** denir. Kazanılmış bağışıklığın hücresel ve humoral (sıvısal) olmak üzere iki çeşidi vardır.
- Hücresel bağışıklık
  - T lenfositler
- Humoral bağışıklık
  - B lenfositleri

**NOT**

Savunmanın birinci ve ikinci hattı mikroba özgü olmayan genel savunma, üçüncü hattı ise mikroba özgü savunmadır.

### 1. Doğal Bağışıklık

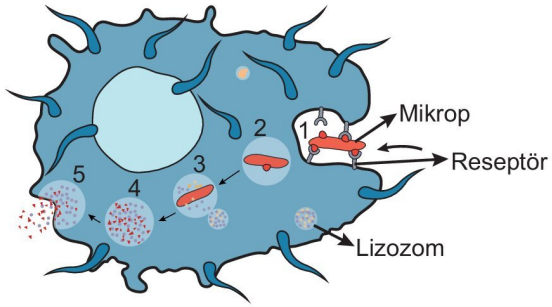
- Daha önce patojenlerle karşılaşılıp karşılaşılmadığına bakılmaksızın gerçekleşen savunmadır.

**Fiziksel engeller (Savunmanın birinci hattı)**

- Derideki ter ve yağ bezlerinin salgıları deriye asidik bir ortam kazandırır ve mikroorganizmaların girişini ve üremesini önler.
- Üreme, sindirim ve solunum sistemindeki mukoza tabakasının salgıladığı mukus vücuda mikrop girişini önler ve mikopların dışarı atılmasına yardım eder.
- Soluk borusundaki siller mukusla birlikte patojenlerin atılmasını sağlar.
- Burun kılları ve kulak salgısı patojenlerin ilerlemesini engeller.
- Gözyaşı, tükürük ve terdeki enzimler bakterilerin hücre duvarını parçalar.
- Mide asidi mideye ulaşan mikropları genellikle öldürür.

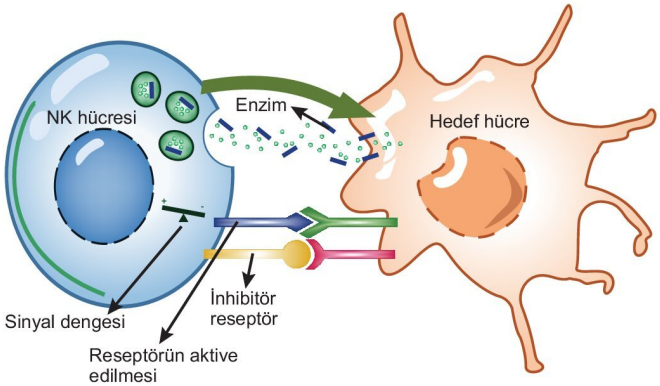
**Vücut içi savunma (Savunmanın ikinci hattı)**

- **Fagositotik hücreler:** Vücuda giren patojenleri makrofajlar gibi fagositoz yeteneği olan akyuvarlar fagasitozla alıp parçalar.




**Akyuvarın mikrobu yok etmesi**

- **Doğal katil hücreler (NK hücreleri):** Enfekte olmuş hücrelerin ve kanserleşen hücrelerin yüzey proteinlerindeki anormallikleri fark ederek onları parçalar. Fagositoz yetenekleri yoktur. Salgıladıkları maddeler ile hedef hücrenin zarında delikler açarak hedef hücre DNA'sının yok edilmesini sağlarlar. Doku ve organ nakillerinde doku ve organların reddedilmesinde bu hücreler etkinlik gösterir.




**Doğal katil hücrelerin mikrobu yok etmesi**

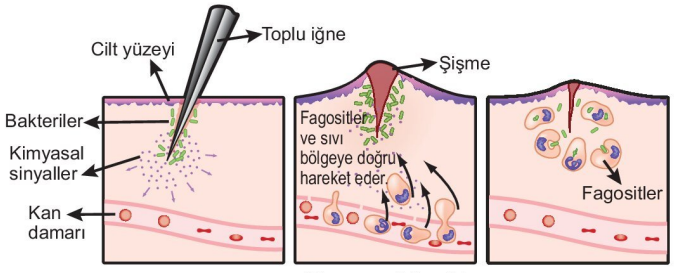
3D YAYINLARI

- **İnterferonlar:** Virüs enfekte olmuş hücrelerden salgılanan ve diğer hücrelerin uyarılmasını sağlayan antimikrobiyal proteinlere **interferon** denir. Bu proteinler sağlıklı hücrelerin antiviral proteinler sentezlenmesini sağlar. Doğal katil hücreler ve bazı akyuvarlar tarafından salgılanan interferonlar fagositoz yapan hücrelerin aktive olmasınıda da görev yapar.
- **Kompleman sistem:** Kanın sıvı kısmındaki inaktif proteinlerden oluşan tamamlayıcı sistemdir. Enfeksiyon durumunda aktifleşerek yangısal tepki oluşumunda, alerjide ve kazanılmış bağışıklıkta görev yapar Bu sistemin bazı proteinleri antijen-antikor kompleksi oluşturarak fagositoz yapan hücrelerin işini kolaylaştırır. Bazı proteinleri mikroorganizmanın zarlarını parçalar. Bazı proteinleri ise mikroorganizmanın yüzeyini değiştirip birbirlerine yapışmasını ve çökelmesini sağlar.

➜ **Yangısal tepki (iltihap ve ateş):** Yaralanma ya da enfeksiyon nedeni ile zarar gören dokuda iltihaplanma yanıtı oluşur.

İltihaplanma sırasında,

- Bağ dokudaki mast hücrelerinden histamin salgılanır.
- Histamin kılcal damarların geçirgenliğini artırarak yaralı dokuya sıvı geçişini hızlandırır ve dokuda şişliğe neden olur.
- Yaralı dokuya akyuvarlar toplanır.
- Aktive edilen akyuvarlar salgıladıkları kimyasallarla kan akışını hızlandırdığı için yaralı dokuda sıcaklık artar.
- Aktive olan kompleman sistem proteinlerinin de desteği ile fagositotik hücreler dokudaki atıkları ve mikropları temizler.
- Yaralı doku ile sağlıklı doku arasında pıhtılaşma reaksiyonları ile barikat kurularak toksinlerin ve mikroorganizmaların yayılması büyük oranda engellenir.



Yangısal tepki

- Viral ve bakteriyel enfeksiyonlarda oluşan toksinler akyuvar hücrelerinin ve kimyasal madde salınımının artmasına neden olduğundan hipotalamus uyarılır. Enfeksiyonun tipine ve şiddetine bağlı olarak vücut sıcaklığı artabilir. Ateşin yükselmesi interferonların etkinliğini ve fagositotik hücre faaliyetlerini hızlandırır.

## 2. Kazanılmış Bağışıklık

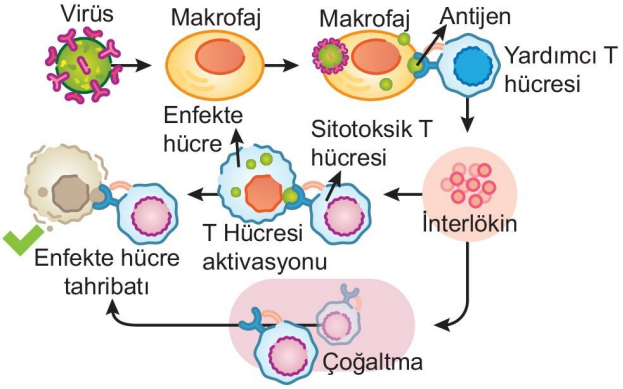
➜ Vücut savunmasının üçüncü hattını oluşturur. T ve B lenfositleri görev yapar. Bu lenfositler, kemik iliğindeki kök hücrelerden üretilirler. B lenfositleri kemik iliğinde, T lenfositleri ise timüs bezinde olgunlaşıp lenfe geçer ve vücut savunmasını gerçekleştirir.

### Hücresel Bağışıklık

➜ T lenfositleri ile gerçekleşir.

➜ Özelleşmiş T lenfositlerinin enfekte olmuş hücreleri yok etmesine **hücresel bağışıklık** denir.

➜ T lenfositlerinin zarında bulunan antijen reseptörleri antijen parçacıklarını tanır. Antijen reseptörünün antijene bağlanması ile aktive olan T lenfositleri bölünerek çok sayıda hücre klonu oluşturur. Bu hücrelerden bir kısmı antijene ya da patojene karşı hızlı tepki veren yardımcı T hücrelerine ve sitotik T hücrelerine dönüşürken bir kısmı uzun ömürlü hafıza (bellek) T hücrelerini oluşturur. Bellek T hücreleri aynı antijen ile karşılaştığında tepki veren T hücrelerine dönüşebilir.



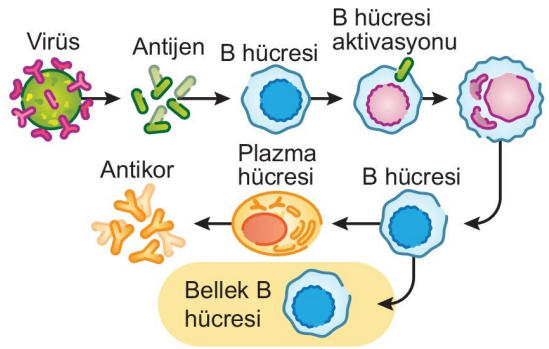

**NOT**

Doğal katil hücreler gibi T lenfositleri de kanserli hücreler ile savaşır.

3D YAYINLARI

## Humoral Bağışıklık

- B lenfositleri ile gerçekleşir.
- Kanda ve lenfte bulunan antikorların antijenleri etkisiz hale getirmesine **humoral bağışıklık** denir.
- B lenfositlerinin zarından Y harfine benzeyen ve dört polipeptit zincirinden oluşan antijen reseptörleri bulunur. Bu antijen reseptörleri antijen ile anahtar-kilit şeklinde bağlandığında B lenfositleri aktive olur. Aktive olan B lenfositleri bölünerek hücre klonu oluşturur. Bu hücrelerden bir kısmı antijene özgü antikor (immünoglobin) üretip savunmada kullanılmak üzere plazmaya verirken bir kısmı da uzun ömürlü bellek hücrelerine dönüşür.




- Bir antijen ile ilk defa karşılaşıldığında verilen yanıta **birincil bağışıklık cevabı** denir. Böyle bir durumda B ve T lenfositleri uyarılarak hücre klonlarını oluşturur. Birincil bağışıklık cevabı genellikle antijen ile karşılaşmadan 10-17 gün sonra üst seviyeye çıkar. Aynı antijen ile tekrar karşılaşılması durumunda 2-7 gün içinde bağışıklık yanıtı zirve yapar, daha hızlı, etkili ve uzun süreli bir tepki oluşur. Bu tepkiye **ikincil bağışıklık cevabı** denir.

**Özgül Bağışıkşığın Temel İki Çeşidi Vardır:**

**Aktif bağışıklık:** Antijeni karşı bireyin kendi bağışıklık sisteminin ürettiği antikorlar ve T hücreleri ile bağışıklığın oluşmasıdır. Aşı ile veya mikrobik hastalığı geçirerek kazanılabilir. Aşı ile bireye antijenleri taşıyan zayıf ya da ölü patojenler, patojen parçacıkları, patojenin proteinlerini şifreleyen genler veya RNA'lar verilerek bağışıklık oluşumu uyarılır. Aşı koruyucu olup genellikle sağlıklı iken uygulanır.

**Pasif bağışıklık:** Bireyin hazır antikorlar ile kazandığı bağışıklıktır. Serum ile verilen veya anne sütü ve plasentadan bebeğe geçen antikorlar pasif bağışıklık sağlar. Antikorlar ömürlerini tamamlayınca koruculuğu kaybolur. Serumlar hazır antikorlar içerir, hasta iken verilir ve tedavi edicidir.

**NOT**

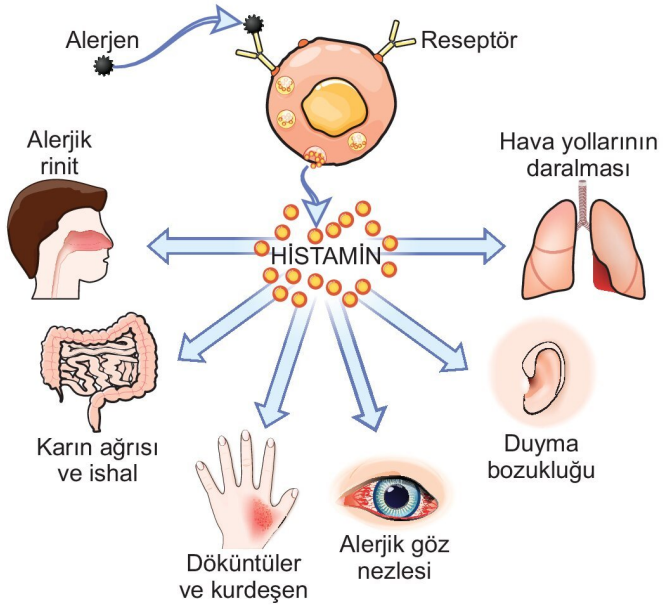
Antibiyotik kullanmak bağışıklık kazandırmaz.

## Alerji

- Hastalık yapma özelliği olmayan bir maddeye karşı vücudun aşırı tepki vermesidir.
- Alerjide T lenfositler uyarılır, bağışıklık hücreleri çoğalır ve plazma hücreleri çok sayıda antikor üretir. Antikorlar mast hücrelerinin histamin salgılamasına neden olur. Histamin yangısal tepki başlatır. Mukus artar, damarlar genişler ve kılcal damar geçirgenliği artar.

**NOT**

Alerjen madde T lenfositleri ile karşılaşınca T lenfositleri B lenfositlerini uyarır ve B lenfositleri çok miktarda antikor üretir. Antikorlar ise histamin artışını tetiklediğinden yangısal tepki oluşur.




**Bazı alerjik tepkiler**

## Otoimmün Hastalıkları

- Vücudun antijen tanıma sistemindeki bozulma nedeni ile B lenfositlerinin çok fazla antikor üretmesi sonucu oluşan hastalıklardır. Üretilen antikorlar ilgili bölgedeki doku ve organlara zarar verir. Çölyak, MS, lupus, romatoid artrit, Haschimoto ve tip 1 diyabet bu şekilde oluşur.

3D YAYINLARI

## ETKİNLİK 4

**Aşağıda aşı ve serum ile ilgili bazı ifadeler verilmiştir. Bu ifadelerden doğru olanlarının karşısındaki kutucuğu "✔" işareti ile işaretleyiniz.**

- Serum pasif bağışıklık sağlar. ☐
- Aşının içeriğinde zayıf veya ölü antijenler bulunur. ☐
- Serum tedavi edici olup hazır antikorlar içerir. ☐
- Aşı yapılması, antijene karşı lenfositlerin bağışıklık belleği oluşturmasını sağlar. ☐
- Aşının sağladığı bağışıklık süresi, serumun sağladığı bağışıklık süresinden uzundur. ☐
- Aşı aktif bağışlık sağlar. ☐

## ETKİNLİK 5

**Aşağıda vücudun yabancı toksinlere ve mikroorganizmalara karşı gösterdiği savunma çeşitleri verilmiştir. Bu savunma çeşitlerinden ilk savunma hattında görev yapanlarının karşısındaki kutucuğa 1, ikinci savunma hattında görev yapanların karşısındaki kutucuğa 2, üçüncü savunma hattı olan özgül bağışıklıkta görev yapanların karşısındaki kutucuğa 3 yazınız.**

- Soluk borusundaki silli epitel hücreleri ☐
- Tükürük ve gözyaşındaki lizozim enzimleri ☐
- Salgıladığı maddelerle hedef hücre zarında gözenekler oluşturan doğal katil hücreler ☐
- Virüs enfekte olmuş hücrelerden salgılanan interferonlar ☐
- Salgıladığı antikorlar ile antijenleri etkisiz hale getiren B lenfositleri ☐
- Antijenler ile doğrudan temas ederek onları yok eden T lenfositleri ☐

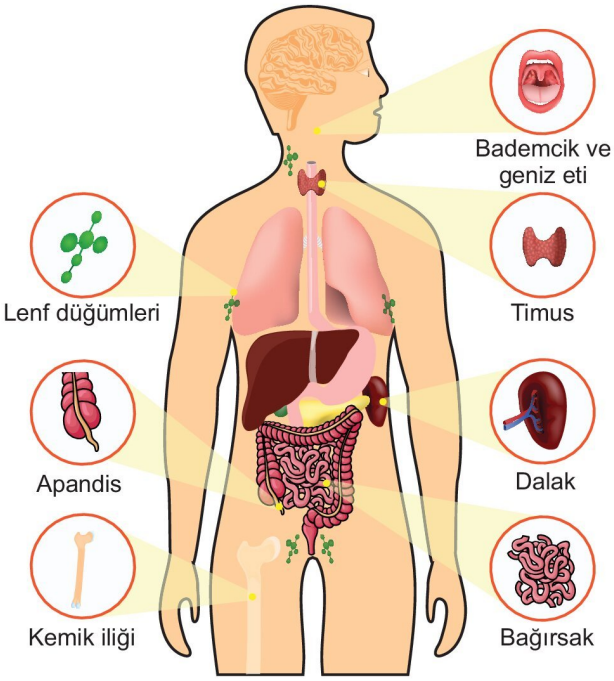
## ETKİNLİK 6

**Aşağıda verilen olaylardan bağışıklık belleğinin oluşmasını sağlayanlar gruplandırıldığında bu grubun dışında kalması gerekenlerin karşısındaki kutucuğu "✘" işareti ile işaretleyiniz.**

- Bireye aşı yapılması ☐
- Bireyin mikrobik enfeksiyonu geçirmesi ☐
- Bireye hazır antikor verilmesi ☐
- Hastalık durumunda bireyin antibiyotik kullanması ☐
- Yaralanma nedeni ile hasarlı dokudaki mast hücrelerinin histamin salgılaması ☐

## BECERİ TEMELLİ SORU 3

Aşağıdaki görselde insanda bağışıklık sisteminde görev yapan yapılar verilmiştir.




**Buna göre, verilen yapılar ve özellikleri ile ilgili seçeneklerdeki ifadelerden hangi <u>yanlıştır</u>?**

A) Bademcikler ve dalak T lenfositlerinin olgunlaşmasını sağlayan timozin hormonunun üretildiği organlardır.

B) Kırmızı kemik iliği akyuvar üretiminde görev yapar.

C) Lenf düğümleri akyuvar üretimini ve depolanmasını sağlar.

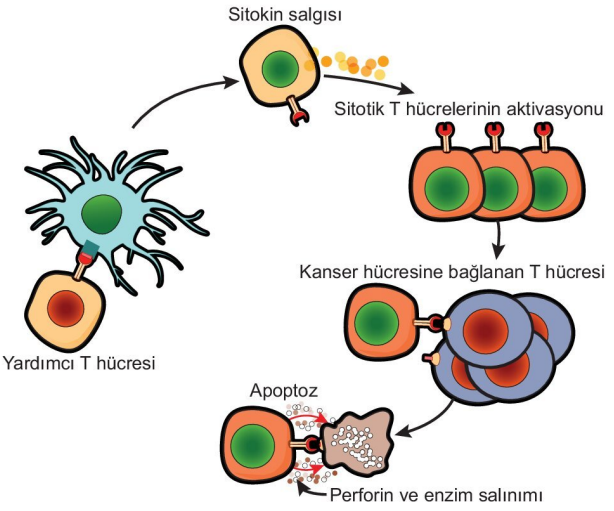
D) Timus bezi ve kırmızı kemik iliği kazanılmış bağışıklıkta aktivite gösterir.

E) Sindirim sisteminde görev yapan bazı organlar vücut savunmasında da rol oynar.

3D YAYINLARI

## BECERİ TEMELLİ SORU 4

Aşağıdaki görselde bağışıklık sisteminde görev yapan T lenfositlerinin kanserli hücreleri yok etme mekanizması gösterilmiştir.




**Buna göre;**

I. T lenfositlerinin bazı çeşitleri hücre zar yüzeylerinde bulunan özgül reseptörler sayesinde genetiği bozulmuş olan hücreleri tanır.

II. Kanserli hücreleri tanıyan T lenfositlerinin salgıladığı kimyasallar aktif T hücresi sayısını artırır.

III. Aktifleşen T lenfositlerinden salgılanan kimyasallar kanserli hücrelerin zar yüzeyinde delikler açarak kanserli hücrelerin apoptoz ile öldürülmesini sağlar.

**yorumlarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 4

Bir kasabada, 1940 yılında meydana gelen kızamık salgınından 50 yıl sonra bir kızamık salgını daha meydana gelmiştir. Birinci salgında hastalığı geçirip hâla yaşayanlar (M) ve aşılanmış kişiler (N) ikinci salgında hastalığa yakalanmamıştır.

**Buna göre, M ve N gruplarının ikinci salgına karşı gösterdiği bağışıklık çeşitleri aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?**

| | M | N |
|---|---|---|
| A) | Aktif bağışıklık | Aktif bağışıklık |
| B) | Doğal bağışıklık | Doğal bağışıklık |
| C) | Aktif bağışıklık | Pasif bağışıklık |
| D) | Pasif bağışıklık | Doğal bağışıklık |
| E) | Pasif bağışıklık | Pasif bağışıklık |

## BİRE BİR ÖSYM 5

Asağıdaki grafik bir hastalık etkeniyle ilk kez ve yıllar sonra ikinci kez karşılaşan bir insanın kanındaki antikor derişimini göstermektedir.

**Aşağıdaki hücre gruplarından hangisinin bağışıklık belleği oluşturması grafikteki ikincil bağışıklık cevabının oluşmasını sağlamıştır?**

A) Makrofajlar B) Bazofiller C) Nötrofiller

D) Eozinofiller E) B lenfositler

## BİRE BİR ÖSYM 6

**Aşağıdakilerden hangisi antikorların özelliklerinden biri <u>değildir</u>?**

A) Antijenleri fagosite etme

B) Protein yapıda olma

C) Antijen ile karşılaştığında üretilebilme

D) Antijene özgü olma

E) B lenfositleri tarafından üretilme

| BİRE BİR ÖSYM SORULARI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. B | 2. E | 3. D | 4. A | 5. E | 6. A | |
| **BECERİ TEMELLİ SORULAR** | | | | | | |
| 1. A | 2. D | 3. A | 4. E | | | |

**1.** **Kalbi oluşturan tabakalar ile ilgili,**

I. Dışta bulunan çift katlı yapı perikard olup içindeki perikardiyal sıvı kalbin korunmasında görev yapar.

II. Ortada bulunan tabaka miyokard olup kalbi besleyen koroner damarları içerir.

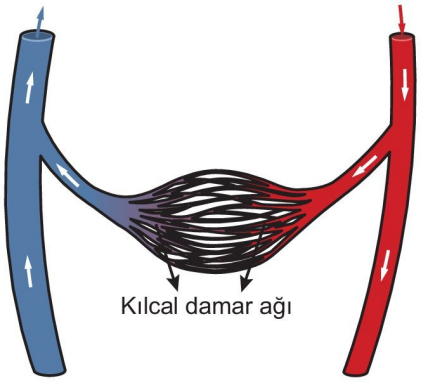
III. İçte bulunan tabaka endokard olup epitel dokudan oluşur.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**2.** Aşağıdaki görselde sağlıklı bir insanda gerçekleşen büyük dolaşımda kanın geçtiği üç damar çeşidi verilmiştir.




**Buna göre, verilen üç damar çeşidindeki kanda,**

I. karbondioksit,

II. üre,

III. fibrinojen,

IV. oksijen

**moleküllerinden hangilerinin miktarının <u>kesinlikle</u> aynı olması beklenir?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve IV E) I, III ve IV

**3.** **Kalbin çalışmasında,**

I. SA düğümün uyarılması,

II. kulakçıkların kasılması,

III. AV düğümün uyarılması,

IV. his demetlerinin uyarılması,

V. Purkinje liflerinin uyarılması,

VI. karıncıkların kasılması

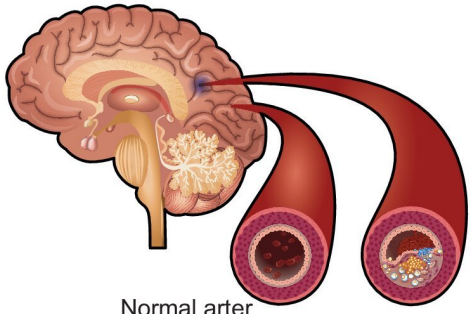
**olayları hangi sırayla gerçekleşir?**

A) I - II - III - IV - V - VI B) I - III - II - IV - V - VI

C) III - I - II - V - VI - IV D) II - IV - VI - V - III - I

E) I - IV - II - III - VI - V

**4.** Aşağıdaki görselde sağlıklı bir atardamarın ve plak oluşumu görülen bir atardamarın lümen çapı değişimi verilmiştir.




**Buna göre, plak oluşan atardamarda sağlıklı atardamara göre;**

I. birim zamanda damardan geçen kan miktarı,

II. kanın damara yaptığı basınç,

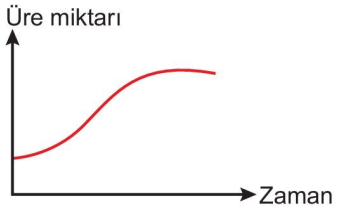
III. damar esnekliği

**verilenlerden hangilerinin daha fazla olması beklenir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

**5.** Kanın x organından geçişi sırasında meydana gelen değişim aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.




**Buna göre x organı;**

I. karaciğer

II. akciğer

III. böbrek

**verilenlerden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

3D YAYINLARI

1.E 2.B 3.A 4.B 5.A 6.D 7.C 8.E 9.C

**6.** Kasılma basıncının 140 mmHg, gevşeme basıncının 90 mmHg'den büyük olmasına yüksek tansiyon denir.

**Buna göre;**

I. böbreküstü bezinden salgılanan aldosteron miktarının normalden fazla olması,

II. tuzlu besinlerin sık ve fazla tüketilmesi,

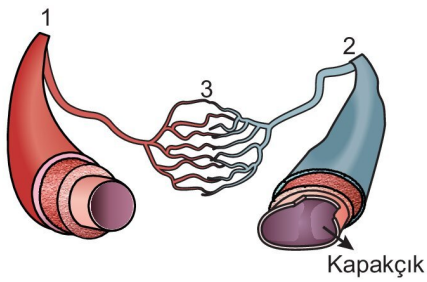
III. hipofizden kana salgılanan ADH miktarının normalden az olması

**durumlarından hangileri yüksek tansiyona neden olabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

**7.**




**Yukarıdaki görselde verilen numaralandırılmış damarlar ile ilgili,**

I. 1 numaralı damar atardamar olup çeperi 2 numaralı damarın çeperinden daha kalındır.

II. 2 numaralı damar beyinden kalbe kanı getiren toplardamar olabilir.

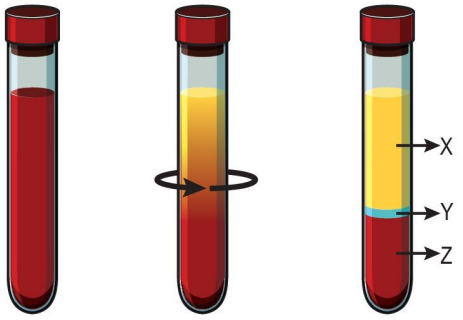
III. 3 numaralı damardaki kanın basıncı, 2 numaralı damardaki kanın basıncından yüksektir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**8.** Sağlıklı bir insandan alınan kanın santrifüj sonucu aşağıda verilmiştir.




**Buna göre, X, Y ve Z olarak ifade edilen bölümler ile ilgili;**

I. X plazma olup antikor, su, mineral ve besin monomerleri içerir.

II. Y bölümünde trombositler ve akyuvarlar bulunur.

III. Z bölümündeki hücreler hemoglobin pigmenti içeren ve solunum gazlarını taşıyan alyuvarlardır.

**verilenlerden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**9.** **Başın sağ kısmından toplanan lenf sıvısı ile sağ bacaktan toplanan lenf sıvısının dolaşım sisteminde ilk karşılaştığı kısım aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Göğüs lenf kanalı

B) Peke sarnıcı

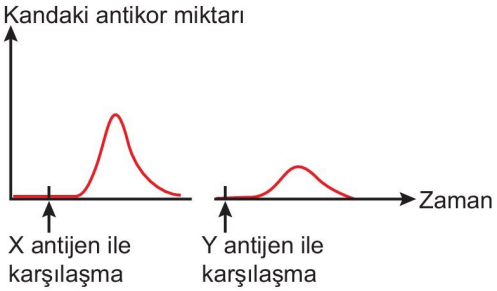
C) Üst ana toplardamarı

D) Sağ köprücük altı toplardamarı

E) Kalbin sağ kulakçığı

3D YAYINLARI

**1.** Aşağıdaki grafik bir bireyin farklı zamanlarda X ve Y antijenleri ile karşılaşmasına bağlı olarak kanındaki antikor miktarının değişimini göstermektedir.




**Buna göre,**

I. Birey hem X hem de Y antijeni ile ilk kez karşılaşmıştır.

II. Bireyde X antijenine karşı birincil yanıt, Y antijenine karşı ikincil yanıt oluşmuştur.

III. Bireyin hem X hem de Y antijenine karşı göstermiş olduğu tepkide B lenfositleri aktivite göstermiştir.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

**2.** **T ve B lenfositlerinin aktifleşirken canlının kendi proteinlerine zarar verecek kadar üretilmesi aşağıdaki hastalıklardan hangisine neden <u>olmaz</u>?**

A) Varis B) MS C) Tip 1 diyabet

D) Çölyak E) Lupus

**3.** **Bir bireyin kanındaki alyuvar sayısının artmasına;**

I. deniz seviyesinden yüksek rakımlı bir bölgeye taşınarak bu bölgede yaşaması,

II. böbreğinden salgılanan eritropoietin hormonu miktarının artması,

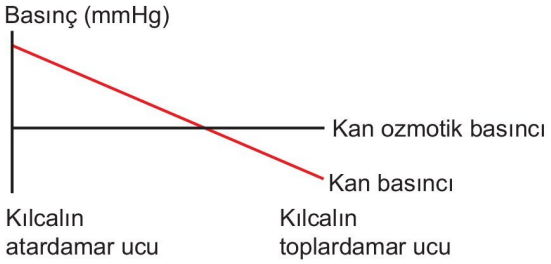
III. viral bir enfeksiyon nedeni ile hasta olması

**durumlarından hangileri neden olabilir?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**4.** Aşağıdaki grafikte doku kılcallarından geçmekte olan kan ile doku hüceleri arasında gerçekleşen madde alışverişi gösterilmiştir.




**Buna göre, kan basıncının normalin üzerine çıkması ve kanın protein ozmotik basıncının azalması durumunda,**

I. doku sıvısı miktarı,

II. lenf sistemi ile kana taşınan sıvı miktarı,

III. doku sıvısından kana emilen madde miktarı

**verilenlerden hangilerinde artış olması beklenir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

**5.** **Akciğer kılcallarından geçmekte olan kanda;**

I. pH değeri,

II. oksijen miktarı

III. karbondioksit derişimi

**verilenlerden hangilerinde azalma olması beklenir?**

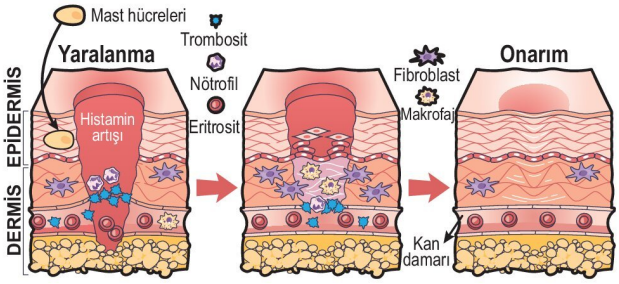
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

3D YAYINLARI

1.B 2.A 3.B 4.D 5.C 6.E 7.B 8.E 9.E

**6.** Aşağıdaki görselde sağlıklı bir insanda doku yaralanması sonrasında gerçekleşen olaylar verilmiştir.




**Buna göre, yaralı dokunun onarımı sürecinde;**

I. histamin artışına bağlı olarak doku sıvısı miktarının artması,

II. fagositik hücrelerin yaralı bölgeye göç edip mikroorganizmaları yok etmesi,

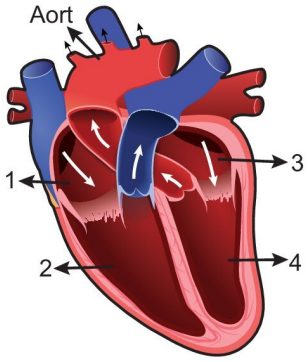
III. trombositler sayesinde pıhtı oluşumu ile kanamanın önlenmesi

**olaylarından hangileri gerçekleşir?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**7.** Aşağıdaki görselde sağlıklı bir insanın kalbindeki odacıklar numaralarla gösterilmiştir.




**Buna göre;**

I. 1 ile 2 numaralı odacıklar arasında üçlü; 3 ile 4 numaralı odacıklar arasında ikili kapakçıklar bulunur.

II. 1 ve 3 numaralı yapılar gevşeme durumunda iken 2 ve 4 numaralı yapılar mutlaka kasılma durumundadır.

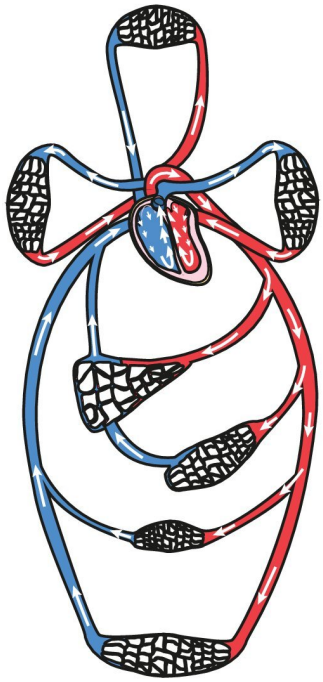
III. 2 numaralı odacıktan çıkan akciğer atardamarının ve 4 numaralı odacıktan çıkan aortun kalpten çıktığı kısımda kapakçıklar bulunur.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

**8.** Aşağıda sağlıklı bir bireyde gerçekleşen büyük ve küçük kan dolaşımı gösterilmiştir.



**Buna göre,**

I. Kalbin sol karıncığından çıkıp beyne, böbreğe ve karaciğere iletilen kanın glikoz derişimi aynı olmasına rağmen glikoz miktarı farklılık gösterir.

II. Böbrekten çıkan kanın üre derişimi alt ana toplardamardaki kanın üre derişiminden az olmasına rağmen alt ana toplardamardaki üre miktarı, böbrek toplardamarındaki üre miktarından fazladır.

III. Akciğer kılcallarından geçen kanın $O_2$ miktarı artarken $CO_2$ miktarı azalır.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**9.** **Alerjiye neden olan bir maddenin vücuda girmesi durumunda,**

I. alerjen ile karşılaşan T lenfositlerinin uyarılması,

II. T lenfositlerinin B lenfositlerini uyarması

III. plazma hücrelerinin çok sayıda antikor üretmesi,

IV. mast hücrelerinden salgılanan histamin miktarının artması

**olaylarından hangileri gerçekleşebilir?**

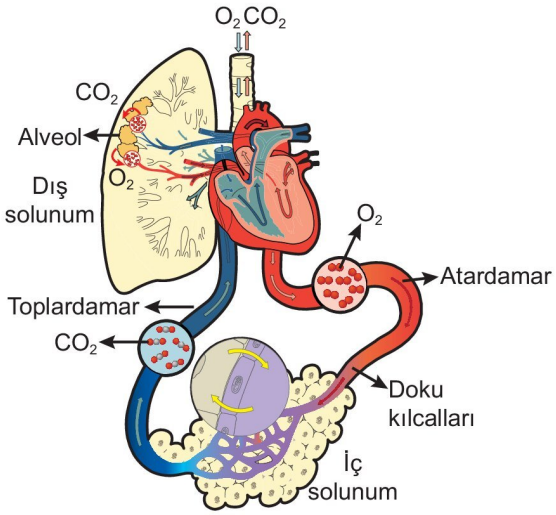
A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve III

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

3D YAYINLARI

## SOLUNUM SİSTEMİNİN YAPI, GÖREV VE İŞLEYİŞİ

- Hücrelerin ihtiyacı olan oksijenin ortamdan alınmasını ve hücrelerin oluşturduğu metabolik atık olan karbondioksidin ortama verilmesini sağlayan sisteme **solunum sistemi** denir.
- Solunum gazları olan oksijen ve karbondioksit dolaşım sistemi ile taşınır.

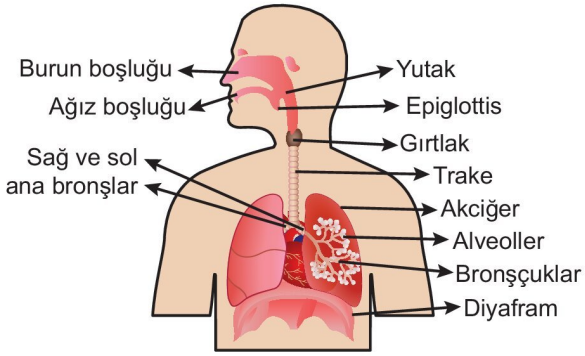



**İç ve dış solunum**

- Solunum, dış solunum ve iç solunum olarak iki aşamada gerçekleşir.
  - Akciğer alveolleri ile alveolleri saran kılcal damarlar arasında difüzyon ile gerçekleşen gaz değişimine **dış solunum** denir. Dış solunumda kandaki $CO_2$ alveol boşluğuna; solunum havasındaki $O_2$ ise alveol boşluğundan kana geçer.
  - Doku kılcalları ile doku hücreleri arasında difüzyon ile gerçekleşen gaz değişimine **iç solunum** denir. İç solunumda kandan hücrelere $O_2$, hücrelerden kana $CO_2$ geçer.
  - Solunum sistemi; burun, yutak (farinks), gırtlak (larinks), soluk borusu (trake) ve akciğerlerden oluşur.

**NOT**

Göğüs kafesi, kaburgalar arası kaslar, diyafram ile akciğerlerin elastik ve kolajen yapısı solunum hareketlerinde etkilidir.




**Solunum sistemi organları**

### Burun

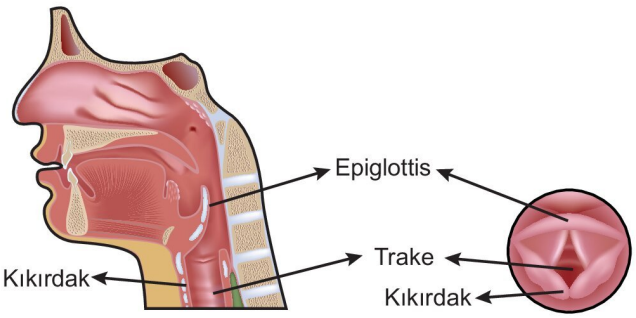
- Solunum havasını alır. İçinde bulunan kıllar ve mukus ile havayı süzerek temizler. Ayrıca alınan havaya ısıtır ve nemlendirir.

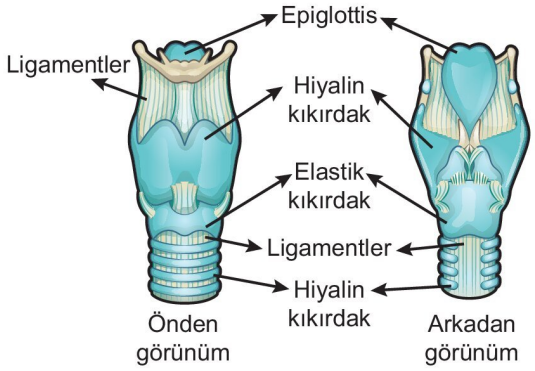
### Yutak (Farinks)

- Solunum sistemi ile sindirim sistemini birbirinden ayırır. Üst kısmı ağız ve burun boşluğuna, alt kısmı ise soluk borusu ve yemek borusuna açılır. Östaki borusunun bir ucuyla da bağlantılıdır.
- Yutak iltihabı ya da tahrişine **faranjit** denir.

### Gırtlak (Larinks)

- Alınan havayı soluk borusuna iletir. **Epiglottis** adı verilen gırtlak kapağı yutkunma sırasında soluk borusunu kapatarak besinlerin soluk borusuna kaçmasını önler. Ses telleri de gırtlakta bulunur.



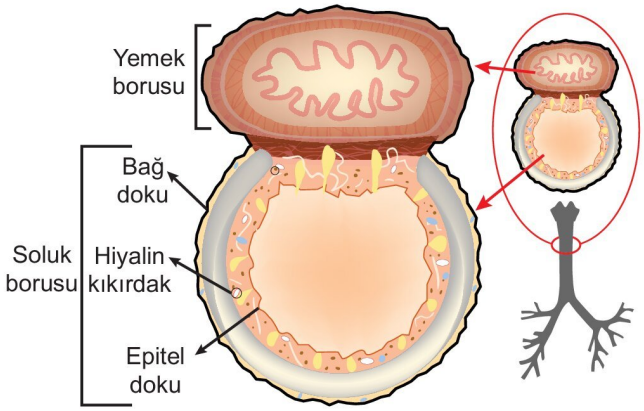

**Gırtlağın yapısı**

- Gırtlağın iç yüzeyini epitel hücrelerin oluşturduğu mukoza tabakası örter. Bu tabaka mukus üretir, havanın iletimine ve ses oluşumuna yardım eder.
- Epitel hücrelerinin katlanmaları ile ses telleri oluşur. Hava gırtlakta ilerlerken buradaki çizgili kasların hareketi ile ses telleri gerilir, titreşir ve ses oluşur.
- Gırtlağın her zaman açık olmasını yapısındaki hiyalin ve elastik kıkırdak sağlar. Bu kıkırdakları dıştan bağ doku ve iskelet kasları sarar. Gırtlak iskelet kasları ile hareket ettirilir.
- Gırtlağın iltihaplanmasına **larenjit** denir.

3D YAYINLARI

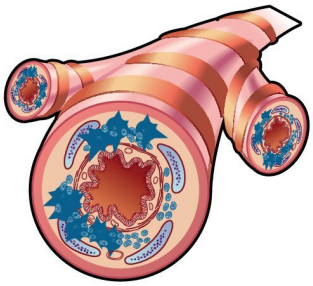
## Soluk Borusu

- Gırtlak ile akciğer arasında uzanır. Yaklaşık 10-12 cm uzunluğunda ve 2-3 cm çapındadır.
- Dıştan içe doğru, bağ doku, düz kaslar ve kıkırdak doku ile epitel dokudan oluşur.
  - Yapısındaki hiyalin kıkırdak C harfi şeklinde olup soluk borusunun sürekli açık olmasını sağlar.
  - Soluk borusunun yemek borusu ile komşu olan kısmında kıkırdak değil düz kasların olması lokmanın peristaltik hareketler ile iletilmesini rahatlatır.
  - Epitel dokudaki hücreler silli olup salgıladığı mukus sıvısıyla yabancı maddeleri gırtlağa doğru hareket ettirilerek atılmasına yardımcı olur.




**Soluk borusunun enine kesiti**

- Soluk borusu akciğere ulaşırken iki kola ayrılır. Bu kollara **bronş** denir. Bronşların yapısı da soluk borusunun yapısına benzer.



**Bronşların enine kesiti**

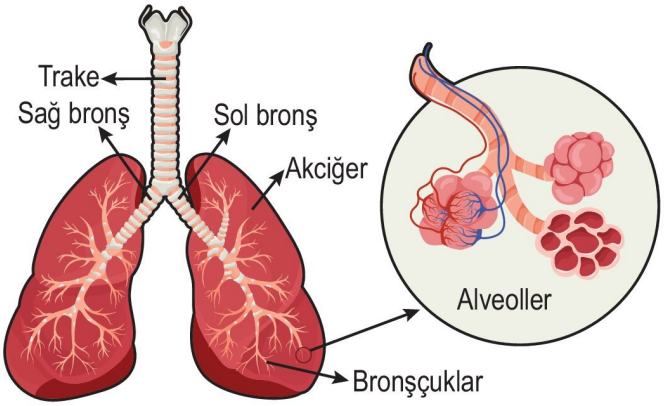
- Bronşlar akciğerin içinde daha ince kollara ayrılır. Bu ince kollara **bronşçuk (bronşiol)** denir. Bronşçuklar düz kas içerir.
- Bronşların iltihaplanmasına **bronşit** denir.

**NOT**

Bronşlar, tam kıkırdak halkalara sahip iken bronşçuklarda kıkırdak bulunmaz.

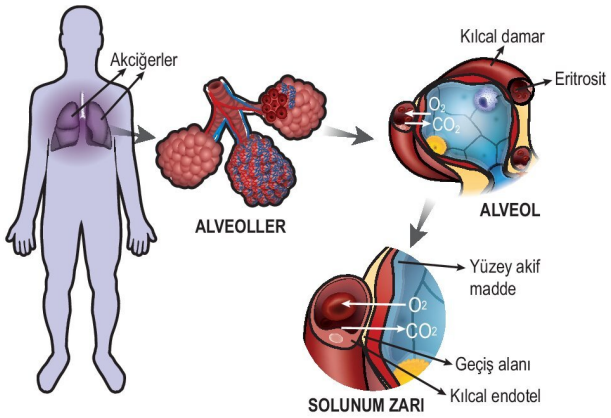
## Akciğer

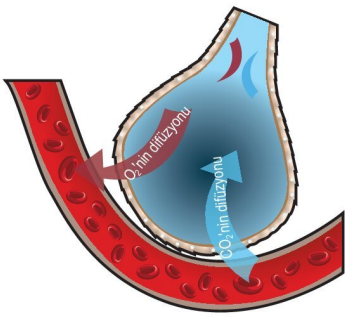
- Göğüs boşluğunda bulunur. Sağ ve sol bölümden oluşur.
- Sağ akciğer üç sol akciğer iki lopludur.
- Süngerimsi yapıda olup **plevra** adı verilen çift katlı zarla örtülüdür. Bu zarlardan içteki akciğeri, dıştaki göğüs boşluğunu astarlar. Zarlar arasındaki plevra sıvısı solunum sırasında akciğerlerin hareketini kolaylaştırır. Ayrıca kaburga kemiklerinin akciğere zarar vermesini önler.




## Alveoller

Akciğerlerde gaz değişimini yapan üzüm salkımı şeklindeki yapılardır.




**Alveollerin yapısı ve alveollerde gaz değişimi**

- Tek katlı yassı epitelden oluşurlar.
- Bronşçukların uçlarında bulunurlar.
- Etrafını kılcal kan damarları sarar.
- Gaz değişim yüzeyini genişletirler.

3D YAYINLARI

- Epitel hücrelerin arasına yerleşen bazı hücreler epitel hücrelerin yenilenmesini sağlarken bazı hücreler sürfaktan salgılar.
- Salgı yapan hücrelerin ürettiği protein ve fosfolipit yapılı salgıya **sürfaktan** denir. Sülfaktan;
  - yüzey gerilimini azaltarak alveollerin kolay şişmesini sağlar,
  - nefes verirken alveollerin yapışmasını ve sönmesini engeller,
  - alveolden su kaybını önler,
  - esneklik kazandırarak havanın atılmasına yardım eder.
- Alveol duvarında ayrıca çok sayıda makrofaj bulunur. Bu hücreler fagositoz ile yabancı partikülleri ve mikropları yok eder.

**MERAKLISINA**

Alveollerin toplam yüzey alanı yaklaşık 100 $m^2$'dir.

➜ Solunum sisteminde ağız ve burundan alınan hava; yutak, gırtlak, soluk borusu, bronş, bronşçuk ve alveoller sırasını izler.

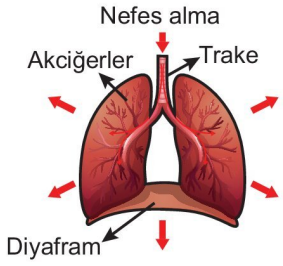
### Soluk Alıp Verme Mekanizması

➜ Soluk alıp verme göğüs boşluğundaki basınç değişimlerine bağlı olarak akciğer hacminin artıp azalması sonucu gerçekleşir.

➜ Bu olaylarda diyafram ve kaburga kasları da görev yapar.

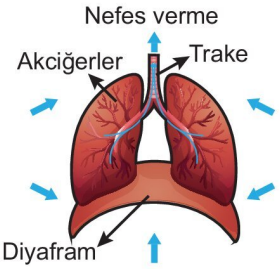
➜ Karın boşluğunu göğüs boşluğundan ayıran kaslı yapıya **diyafram** denir.

**Soluk alma (inspirasyon)**




- Kaburgalar arası kaslar kasılarak kaburgaları yukarı doğru, göğüs kemiğini öne doğru çeker.
- Göğüs kafesi genişler.
- Diyafram kasılarak düzleşir.
- Göğüs boşluğu genişler.
- Kasların kasılması sırasında diyafram ve göğüs kafesi ile bağlantılı olan plevra zarı akciğerleri çeker, akciğer hacmi artar, iç basıncı azalır.
- Atmosfer basıncı akciğer iç basıncında büyük olduğu için hava akciğerlere dolar ve alveollere ulaşır.

**Soluk verme (ekspirasyon)**




- Kaburga kasları gevşer ve göğüs boşluğunu daraltır.
- Diyafram gevşer ve kubbeleşir.
- Göğüs boşluğu daralır.
- Akciğer hacmi azalır ve iç basıncı artar.
- Akciğer iç basıncı atmosfer basıncından büyük olduğu için hava akciğerlerden dışa doğru hareket eder.

**MERAKLISINA**

Negatif basınç nefes almayı kolaylaştırır. Negatif basınç oluşumunda, akciğer iç basıncının dış basınçtan az olması, plevra zarının akciğeri göğüs boşluğunda tutması ve plevra sıvı basıncının düşük olması etkilidir.

**NOT**

Diyafram kasıldığında karın boşluğu daraldığı için iç basıncı artar.

**NOT**

Soluk alma sırasında kaslar kasıldığında soluk alma aktif; soluk verme sırasında kaslar gevşediğinden soluk verme pasif olaydır. Soluk alma sırasında soluk vermeye göre daha çok ATP harcanır. Çünkü kaslar gevşerken de bir miktar ATP harcanır.

**NOT**

Gaz alışverişi daima difüzyon ile olup kesinlikle bu olayda ATP harcanmaz.

**NOT**

Soluk alırken genişlemiş olan akciğerin elastik lifli yapısı ve plevra sıvısının yüzey gerilimi nedeni ile eski haline dönme isteğine **geri yaylanma basıncı** denir. Geri yaylanma basıncı soluk vermeyi kolaylaştırır.

**NOT**

Yükseklere tırmanan dağcılarda atmosfer basıncının ve bu nedenle $O_2$ basıncının düşmesi sonucu yeterli oksijen alınamaması **akut dağ hastalığına** neden olabilir.

**MERAKLISINA**

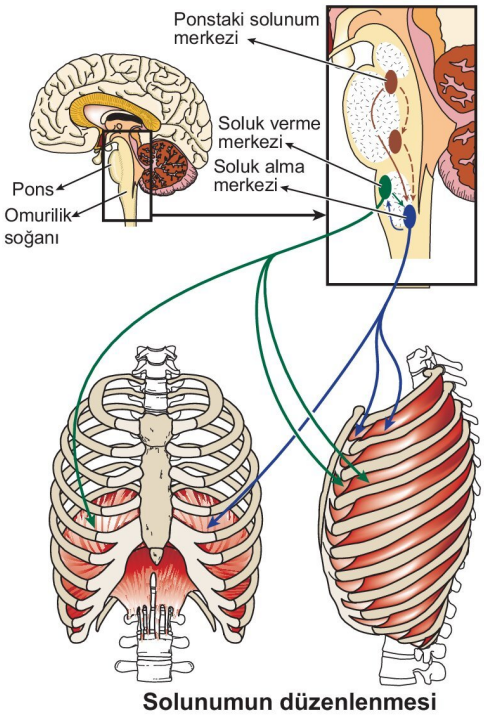
Sakin solunum sırasında her soluk alma ile akciğerlere alınan ve dışarı verilen havanın hacmine **tidal volüm** denir.

Nabız zayıfladığında veya nefes alınamadığında bireye suni teneffüs yapılmasındaki amaç $CO_2$'nin kandaki miktarını arttırarak solunum merkezi olan pons ve omurilik soğanını uyarmaktır.

YAYINLARI

## Soluk Alıp Vermenin Kontrolü

- Solunum merkezini omurilik soğanı ve ponsta bulunan çeşitli nöron grupları oluşturur.
- Solunum merkezi soluk alıp verme hızını ve kandaki solunum gazı miktarının sabit tutulmasını kontrol eder.
- Solunum merkezindeki kemoreseptörler kandaki $CO_2$ miktarı değişimlerine cevap verebilir. Çünkü merkezi sinir sistemine ait nöronlar olan bu reseptörler $H^+$ ile uyarılsa da kandaki $H^+$ iyonları kan-beyin bariyerini geçemez. $CO_2$ ise bu bariyeri kolayca geçip reseptörleri uyarır.
- Kandaki, beyin-omurilik sıvısındaki (BOS) ve doku sıvısındaki $CO_2$ artarsa;
  - $CO_2$ ve $H_2O$ karbonik anhidraz sayesinde birleşir ve $H_2CO_3$ (karbonik asit) oluşur.
  - $H_2CO_3$; $H^+$ ve $HCO_3^-$ (bikarbonat) iyonlarına ayrışır.
  - Kan pH değeri düşer.
  - Kan pH'ındaki düşüş kemoreseptörlerce algılanır.
  - Solunum merkezi tarafından aort ve karotit arterlerden gelen sinyaller alınır.
  - Solunum merkezinden diyaframa ve kaburga kaslarına sinyaller iletilir.
  - Soluk alıp verme hızı ve derinliği artar.
  - Kandaki $CO_2$ miktarı azalıp pH normale döndüğünde solunum merkezinden gelen sinyallerle solunum hızı normale döner ve homeostasi sağlanmış olur.




**Solunumun düzenlenmesi**

**NOT**

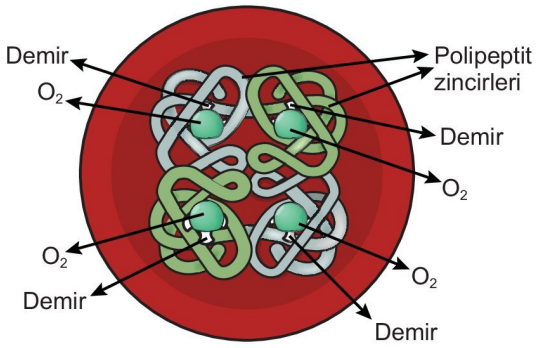
$O_2$ kan pH değerini pek etkilemediği için solunum merkezinin uyarılmasında önemli bir role sahip değildir. Ancak kandaki $O_2$ miktarı aşırı azalırsa aortun ve boyun atardamarının duvarlarında bulunan kemoreseptörler uyarılır ve solunum merkezi uyarılarak solunum hızı artırılır.

## Solunum Gazlarının Taşınması

### Oksijenin Taşınması

- Soluk alma ile alveollere ulaşan havadaki $O_2$ difüzyon ile alveol boşluğundan kan kılcallarına geçer.
- $O_2$'nin suda çözünürlüğü düşüktür. Kana geçen $O_2$'nin dokuya taşınması iki yolla olur.
  - $O_2$'nin çok az bir kısmı (%3) kan plazmasında çözünmüş olarak taşınır.
  - $O_2$'nin büyük bir kısmı (%97) alyuvarlardaki hemoglobin ile taşınır.

**Hemoglobin (Hb)** solunum pigmenti olup demir atomu içeren ve dört polipeptit zincirinden oluşan bir proteindir. Polipeptit zincirlerinin her birinde **hem grubu** adı verilen ve merkezinde demir atomu bulunduran bir kofaktör yer alır. Hem grubu $O_2$ taşır.




**Hemoglobinin yapısı**

**NOT**

Bir hemoglobin pigmentinin yapısında dört demir atomu bulunduğundan bir hemoglobin pigmenti dört $O_2$ molekülü taşır. Bir alyuvarda yaklaşık 250 milyon hemoglobin vardır.

- $O_2$ bağlanmış hemoglobine **oksihemoglobin ($HbO_2$)** denir. Kan alveol kılcallarından geçerken alveol boşluğundan kan plazmasına, kan plazmasından da alyuvara difüzyon ile $O_2$ geçer. $O_2$, Hb ile birleşir.

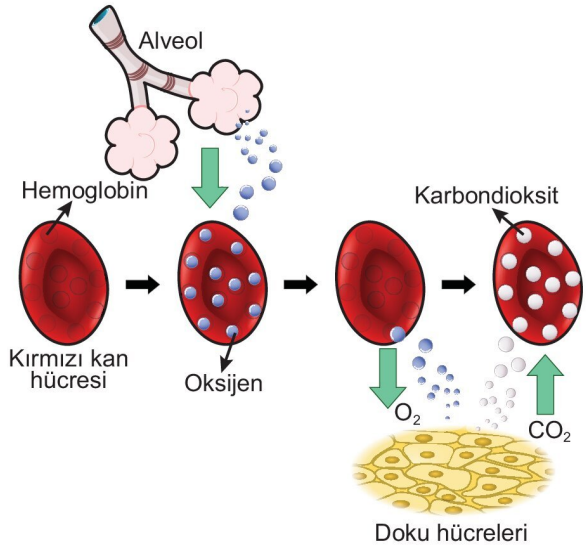
  $Hb + O_2 \longrightarrow HbO_2$ (Akciğer kılcalları)

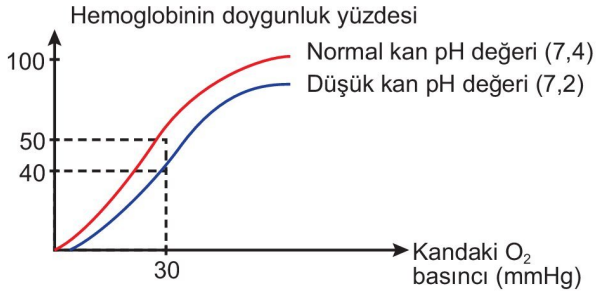
- Doku kılcallarına ulaşan kanın oksijen yoğunluğu doku sıvınına göre fazladır. $O_2$, hemoglobinden ayrılarak difüzyon ile kan plazmasına, plazmadan da doku sıvısına ve hücreye geçer.

  $HbO_2 \longrightarrow Hb + O_2$ (Doku kılcalları)

- Doku kılcallarına hücrelerin solunumu ile oluşan $CO_2$ geçer. $CO_2$, $H_2O$ ile birleşir. $H_2CO_3$ oluşur. $H_2CO_3$, $H^+$ ve $HCO_3^-$ iyonlarına ayrışır. Kan pH'ı düşer ve asitlik artar. Kandaki $H^+$ iyonu artışı Hb'nin $O_2$'yi bırakma eğilimini artırır. Buna **Bohr etkisi** denir.

3D YAYINLARI




Kan pH değerinin hemoglobin doygunluğuna etkisi

**MERAKLISINA**

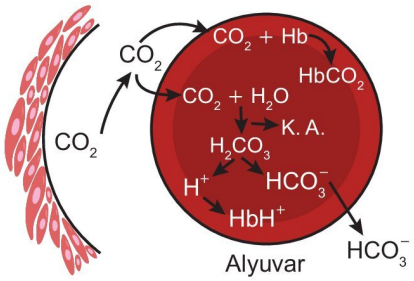
Hemoglobin alyuvarda değil de kan plazmasında olsaydı kanın yoğunluğu arttığı için akış hızı azalır ve dokulara yeteri kadar $O_2$ iletilemezdi.

### Karbondioksitin Taşınması

- Doku hücrelerinde oluşan $CO_2$'nin alveollere taşınması üç yolla gerçekleşir.
  - $CO_2$'nin az bir kısmı (%7) plazmada çözünmüş olarak taşınır.
  - $CO_2$'nin bir kısmı (%23) hemoglobine bağlanarak **karbaminohemoglobin ($HbCO_2$)** şeklinde taşınır.
  - $CO_2$'nin büyük bir kısmı ise (%70) kan plazmasında $HCO_3^-$ (bikarbonat) şeklinde taşınır.
- Hücrelerde oksijenli solunum ile oluşan $CO_2$ hücrelerden doku sıvısına, doku sıvısından ise kan plazmasına difüzyon ile geçer. Çok az bir kısmı plazmada çözünmüş halde taşınırken büyük bir kısmı alyuvara geçer. Bu $CO_2$'nin %23'ü Hb ile birleşerek $HbCO_2$ şeklinde alyuvarlarda taşınır. Geri kalan %70'lik kısmı ise alyuvarlarda bulunan karbonik anhidraz enzimi etkisi ile su ile birleşerek karbonik asidi ($H_2CO_3$) oluşturur. $H_2CO_3$, $H^+$ ve $HCO_3^-$ iyonlarına ayrışır. $H^+$ iyonlarının çoğu Hb ile bağlanarak $HbH^+$ şeklinde taşınırken $HCO_3^-$ iyonları plazmaya geçer ve plazmada taşınır. Bu arada iyon dengesinin sağlanması için bikarbonat iyonlarının yerine alyuvarlara plazmadan klorür iyonları geçer.

**NOT**

$H^+$ iyonlarının çoğunun hemoglobine bağlanarak taşınması kan pH değerinin korunmasına yöneliktir.




Doku kılcalları

$$CO_2 + Hb \longrightarrow HbCO_2$$

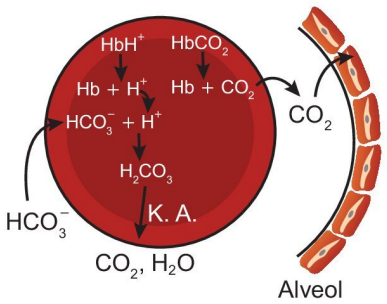
Karbonik Anhidraz (K. A.)

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

$$H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

$$Hb + H^+ \longrightarrow HbH^+$$

- Kan alveol kılcallarına geldiğinde $HCO_3^-$ iyonu alyuvara girer. Bu sırada alyuvarlardan plazmaya klorür iyonları geçer. $HbH^+$, $H^+$'yı bırakır. $H^+$ ve $HCO_3^-$ iyonları birleşerek $H_2CO_3$'ü oluşturur. Tersinir çalışan karbonik anhidraz enzimi $H_2CO_3$'ü $CO_2$ ve $H_2O$'ya dönüştürür. Ayrıca Hb tarafından tutulan $CO_2Hb$'den ayrılır. Serbest kalan $CO_2$ difüzyon ile alveollere geçer ve nefes verme ile dışarı atılır.




Alveol kılcalları

$$HbCO_2 \longrightarrow Hb + CO_2$$

$$HbH^+ \longrightarrow Hb + H^+$$

$$HCO_3^- + H^+ \longrightarrow H_2CO_3$$

Karbonik Anhidraz (K. A.)

$$H_2CO_3 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

**Shorts 12**

**Solunum gazlarının taşınmasındaki en kritik noktalar nelerdir?**

**NOT**

Hemoglobin $CO_2$, $O_2$ ve $H^+$ ile kararsız yapı oluşturduğundan kolay birleşip ayrılır. Hemoglobinin solunum gazları ile birleşip ayrılması difüzyona göre gerçekleşir.

YAYINLARI

➜ Hemoglobin CO ile kararlı yapı oluşturduğundan CO (karbonmonoksit) hemoglobin ile birleştiğinde hemoglobinden çok zor ayrılır. Bu nedenle hemoglobin $O_2$ ve $CO_2$ taşıma görevini yeteri kadar yapamaz ve **karbonmonoksit zehirlenmesi** gerçekleşir.

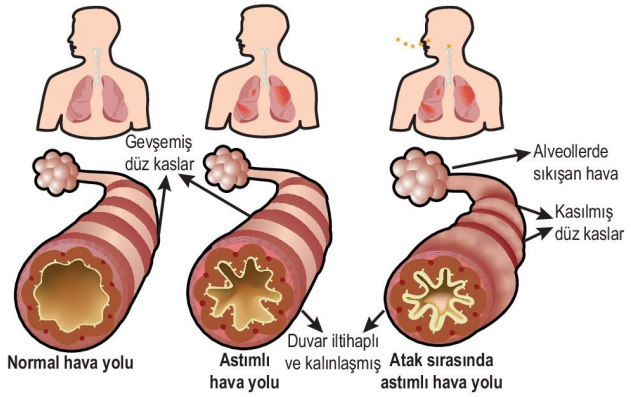
## Solunum Sistemi Rahatsızlıkları

**KOAH (Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı):**

Bronşlarda uzun süre devam eden tıkanıklık ve daralma sebebi ile alınan havanın kolayca dışarı atılamamasıdır. Kronik bronşit ve amfizem KOAH'a neden olabilir. Kronik bronşitte bronşlar iltihaplanır ve aşırı mukus salgılanır. Amfizemde ise alveoller tahrip olduğundan oksijenin kana difüzyonu azalır. Hava kirliliği ve tütün mamülleri kullanımı KOAH riskini artırır.

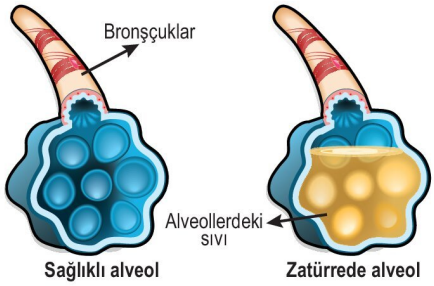
**Astım:**

Bronşcuklarda mukus salgısının aşırı artması ve düz kasların kontrolsüz kasılması sonucu oluşur. Solunum yolları kronik şekilde daralır.



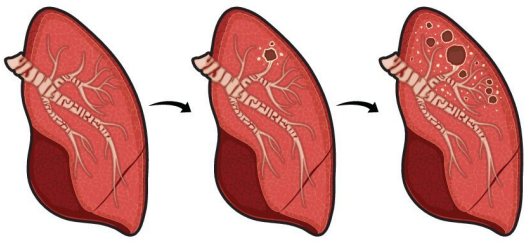

**Zatürre (Pnömoni):**

Alveollerin enfeksiyonu nedeni ile akciğerlerde sıvı ve kan toplanmasıdır. Çoğunlukla *pnömokok* bakterilerinin oluşturduğu enfeksiyondur.




**Verem (Tüberküloz):**

Bakteriyel bir enfeksiyondur. Bakterilerin bulunduğu bölgeyi saran makrofajlar fibroz doku oluşumuna ve bölgede çıkıntılar oluşumuna neden olur. Akciğerdeki doku kayıpları nedeni ile gazların difüzyon kapasitesi düşer.



Verem gelişimi

**Gırtlak Kanseri:**

Gırtlağa yerleşmiş kanserleşmiş hücrelerin oluşturduğu tümörler nedeni ile oluşur.

**Shorts 13**

**Ülkemizde en sık görülen kanser türleri nelerdir?**

**Akciğer Kanseri:**

Akciğere yerleşmiş kanserleşmiş hücrelerin oluşturduğu rahatsızlıktır. Tütün mamülleri tüketimi ve kanserojen sanayi maddeleri akciğer kanseri riskini arttırır.

**ETKİNLİK 1**

**Solunum sistemini oluşturan yapıların özellikleri ve görevleri ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden doğru olanların karşısındaki kutucuğu "✔" yanlış olanların karşısındaki kutucuğu "✘" işareti kullanarak doldurunuz.**

- Soluk borusunun yapısındaki elastiki kıkırdaklar tam halka şeklinde olup bronşcuklara kadar tüm solunum sistemi yapılarında bulunur. ☐
- Akciğerler düz kas yapıda olduğu için nefes alırken kasılıp gevşerler. ☐
- Alveoller tek katlı yassı epitelden oluşan ve kan ile alınan hava arasında gaz alışverişini gerçekleştiren yapılardır. ☐
- Akciğerler düz kas yapıda olduğu için nefes alırken kasılıp gevşerler. ☐
- Yutak ile orta kulak bağlantısını östaki borusu sağlar. ☐

**ETKİNLİK 2**

**Soluk alma sırasında;**

- diyafram kasının boyu ☐
- göğüs boşluğunun hacmi ☐
- akciğer iç basıncı ☐
- kaburga kaslarında tüketilen ATP miktarı ☐

**verilerden artanları "↑", azalanları "↓", işareti ile işaretleyiniz.**

3D YAYINLARI

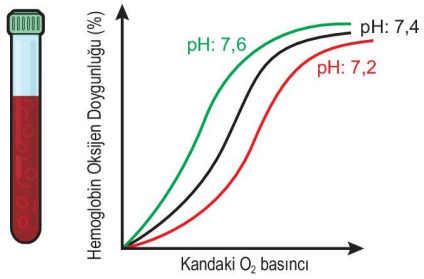
## ETKİNLİK 3

**Solunum gazları taşınırken görülen aşağıdaki olaylardan doku kılcallarında gerçekleşenlerin karşısına "D" alveol kılcallarında gerçekleşenlerin karşısına "A" harfi yazınız**

- $Hb + O_2 \longrightarrow HbO_2$ ☐
- $HbCO_2 \longrightarrow Hb + CO_2$ ☐
- $H^+ + HCO_3^- \longrightarrow H_2CO_3$ ☐
- $H_2O + CO_2 \longrightarrow H_2CO_3$ ☐
- $HbH^+ \longrightarrow Hb + H^+$ ☐
- $H_2CO_3 \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$ ☐
- $H_2CO_3 \longrightarrow CO_2 + H_2O$ ☐
- $HbO_2 \longrightarrow Hb + O_2$ ☐
- $Hb + CO_2 \longrightarrow HbCO_2$ ☐

## BECERİ TEMELLİ SORU 1

Aşağıdaki grafikte kanın pH değişiminin hemoglobinin doygunluğu üzerine etkisi verilmiştir.




**Grafikteki verilere göre,**

I. Yoğun egzersiz sırasında kandaki $CO_2$ miktarının artması kan pH'ını düşürdüğü için hemoglobinin oksijen doygunluk oranı artar.

II. Kanın $O_2$ basıncı artarsa kan pH'ı normalin altında da üstünde de olsa hemoglobinin $O_2$ doygunluğu belirli bir değere kadar artar.

III. Kanın dokulardan geçişi sırasında kan pH'ı düştüğü için hemoglobinin $O_2$ doygunluğu azalırken kanın alveollerden geçişi sırasında kan pH'ı yüksekliği için hemoglobinin $O_2$ doygunluğu artar.

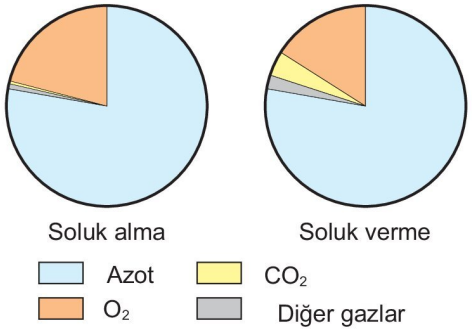
**yorumlarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

## BECERİ TEMELLİ SORU 2

Aşağıda sağlıklı bir insanın soluk alıp vermesi sırasında aldığı ve verdiği havada bulunan gazlar oransal olarak gösterilmiştir.




**Buna göre,**

I. Alınan havada $CO_2$ bulunmasına rağmen alveol kılcallarını saran kandaki $CO_2$ basıncı daha yüksek olduğundan $CO_2$ kandan difüzyon ile alveol boşluğuna geçerek atılır.

II. Alınan havadaki $O_2$'nin tamamı değil bir kısmı kana geçer.

III. Akciğer alveolleri ile kan kılcalları arasında geçişi yapılan gazlar sadece $O_2$ ve $CO_2$ değildir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 1

**İnsan solunum sisteminin yapısını ve işleyişini inceleyen bir öğrencinin yapmış olduğu aşağıdaki yorumlardan hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Ergin bir bireyin akciğerlerindeki toplam gaz değişim alanı derisinin yüzey alanından daha büyüktür.

B) Solunum gazlarının solunum yüzeyinden geçişi difüzyon kurallarına göre gerçekleşir.

C) Egzersiz sırasında soluk verilirken dışarı atılan havasıda sadece karbondioksit bulunur.

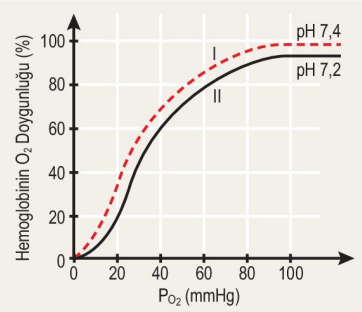
D) Kana geçen oksijenin büyük bir bölümü oksihemoglobin şeklinde taşınır.

E) Kandaki $CO_2$ miktarının artması solunum hızının ve derinliğinin artmasına neden olur.

3D YAYINLARI

## BİRE BİR ÖSYM 2

Aşağıdaki grafikte iki farklı kan pH değerinde hemoglobinin oksijene doygunluğunun değişimi gösterilmiştir.




**Grafikteki I numaralı eğrinin, II numaralı eğri şeklinde değişikliğe uğramasına aşağıdaki olaylardan hangisi neden olmuş olabilir?**

A) Egzersiz yapan bir kişinin dinlenme durumuna geçmesi

B) Spor yapmak isteyen bir kişinin bir süre parkta koşması

C) Deniz seviyesinde yaşayan bir kişinin yüksek rakımlı bir dağ köyünde bir süre yaşaması

D) Yaşamını yüksek kesimlerde sürdüren bir kişinin deniz seviyesinde bir şehirde yaşamaya başlaması

E) Sabah yürüyüşü yapan bir kişinin eve geldiğinde bir süre uzanması

## BİRE BİR ÖSYM 3

**İnsanda solunum gazları olan oksijen ve karbondioksitin kanda taşınmasıyla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Akciğer alveollerinden kana geçen oksijenin büyük bir kısmı alyuvarlarda oksihemoglobin halinde taşınır.

B) Karbondioksitin bir kısmı alyuvarda hemoglobine bağlanarak taşınır.

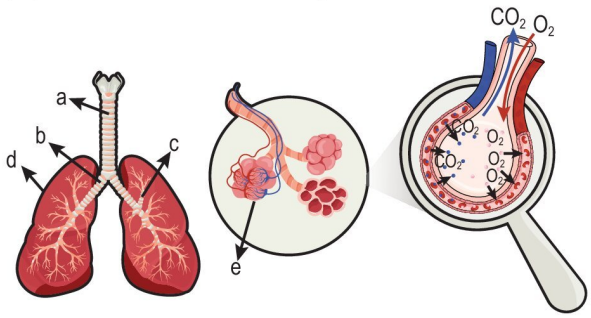
C) Kan pH seviyesinin düşmesi sonucu hemoglobinin oksijeni bağlamaya olan ilgisi artar.

D) Karbondioksitin büyük bir kısmı plazmada bikarbonat iyonları şeklinde taşınır.

E) Alyuvarlarda karbondioksitin su ile birleşmesine karbonik anhidraz enzimi aracılık eder.

| BİRE BİR ÖSYM SORULARI | | | |
|---|---|---|---|
| 1. C | 2. B | 3. C | |
| **BECERİ TEMELLİ SORULAR** | | | |
| 1. D | 2. E | | |

**1.** Aşağıdaki görselde insanın solunum sistemini oluşturan yapılar harflendirilerek verilmiştir.




**Buna göre verilen yapılar ve işlevleri ile ilgili aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) "a" ile gösterilen yapı soluk borusu olup bağ doku, düz kas, kıkırdak doku ve epitel dokulardan oluşur.

B) "b" ile gösterilen yapı bronş olup alınan havanın soluk borusundan akciğere iletimini sağlar.

C) "c ile gösterilen yapı bronşcuklar olup ince ve nemli yüzeyli olduğundan alınan havadaki $O_2$ nin kana geçişini sağlar.

D) "d" ile gösterilen yapı akciğer olup plevra zarı ile örtülüdür.

E) "e" ile gösterilen yapı alveol olup tek katlı yassı epitelden oluşur.

**2.** **Alveolün salgı yapan hücrelerinden salgılanan sürfaktan ile ilgili,**

I. Lipoprotein yapıdadır.

II. Yüzey gerilimini azaltarak alveollerin kolay şişmesini sağlar.

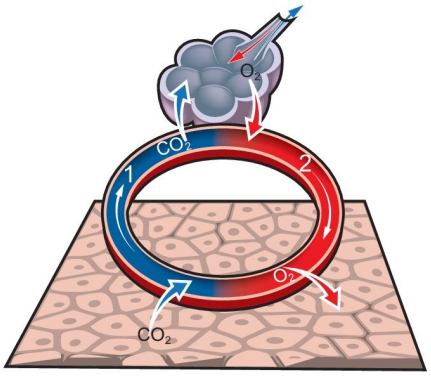
III. Nefes verme sırasında alveollerin yapışmasını önler.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**3.** Aşağıdaki görselde doku hücreleri ile doku kılcalları ve alveol kılcalları ile alveol havası arasında gerçekleşen gaz alışveri gösterilmiştir.




**Buna göre,**

I. Kılcal damardaki kan 1 numaralı ok yönünde ilerlerken pH'ı azalır.

II. 2 numaralı ok yönünde ilerleyen kanın oksihemoglobin miktarı azalır.

III. Alveol ile kan kılcalları arasında gerçekleşen gaz alışverişi dış solunumu; kan kılcalları ile doku hücreleri arasında gerçekleşen gaz alışverişi ise iç solunumu ifade eder.

**yorumlarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

**4.** **Alveollerin yapısında;**

I. tek katlı yassı epitel,

II. salgı yapan hücreler,

III. makrofajlar

**verilenlerden hangileri bulunur?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

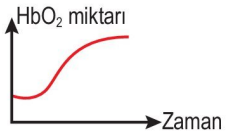
3D YAYINLARI

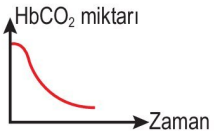
1.C 2.E 3.E 4.E 5.A 6.C 7.B 8.D 9.C 10.C

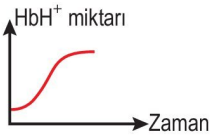
**5. Soluk alma sırasında aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?**

A) Akciğer iç basıncının artması
B) Kaburga kaslarının kasılması
C) Diyaframın kasılması
D) Göğüs boşluğunun genişlemesi
E) Karın iç basıncının artması

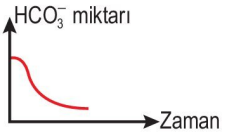
**6. Alveol kılcallarından geçmekte olan kanın içeriğinde meydana gelen değişimleri gösteren aşağıdaki grafiklerden hangisi yanlıştır?**

A) 


B) 


C) 


D)


E) 


**7. Hemoglobin pigmenti;**

I. karbondioksit
II. karbonmonoksit
III. hidrojen iyonu
IV. bikarbonat iyonu

**verilenlerden hangileri ile kararsız yapı oluşturur?**

A) I ve II B) I ve III C) II ve IV
D) I, II ve III E) II, III ve IV

**8. Aşağıda verilenlerden hangisi solunum sistemi rahatsızlığı değildir?**

A) KOAH B) Astım C) Tüberküloz
D) Varis E) Zatürre

**9. Sağlıklı bir insanda soluk alıp verme hızını kontrol eden merkezler aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Omurilik ve beyin kabuğu
B) Orta beyin ve pons
C) Omurilik soğanı ve pons
D) Beyincik ve omurilik soğanı
E) Omurilik ve omurilik soğanı

**10. Karbondioksitin taşınması sürecinde gerçekleşen;**

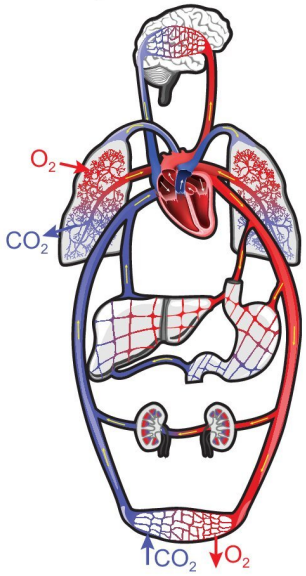
I. $H^+$ iyonlarının hemoglobine bağlanması,
II. bikarbonat iyonlarının plazmaya geçmesi sırasında plazmadan alyuvara klorür iyonlarının geçmesi,
III. dokularda oluşan $CO_2$'nin difüzyon ile plazmaya geçmesi

**olaylarından hangileri kanın pH değişimini en aza indirgemeye yöneliktir?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

3D YAYINLARI

**1.** Aşağıdaki görselde insan dolaşım ve solunum sistemine ait bazı yapılar verilmiştir.




**Buna göre seçeneklerdeki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Kalpten akciğerlere pompalanan kanın pH değeri kalpten vücuda pompalanan kanın pH değerinden düşüktür.

B) Kan vücuttaki organlara ait kılcallardan geçerken $O_2$ oranı azalır, $CO_2$ oranı artar.

C) Kan akciğer kılcallarından geçerken $O_2$ oranı artar, $CO_2$ oranı azalır.

D) Akciğerlerden kalbe gelen kanda bulunan metabolik atık miktarı ile vücuttan kalbe gelen kanın metabolik atık miktarı aynıdır.

E) Akciğerden kalbe gelen kan ile kalpten vücuda pompalanan kanın oksihemoglobin derişimi aynıdır.

**2.** **Kandaki alyuvar hücresinde;**

I. karbonik anhidraz

II. hemoglobin

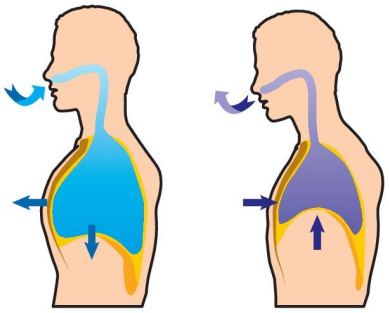
III. ATP

**verilen moleküllerden hangilerinin sentezi gerçekleşebilir?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

**3.** Aşağıdaki görselde soluk alma ve soluk verme sırasında gerçekleşen olaylar verilmiştir.




**Buna göre 1. durumdan 2. duruma geçerken;**

I. diyafram kasının hacmi,

II. kaburga kaslarının boyu,

III. birim zamanda tüketilen ATP miktarı

**verilenlerden hangilerinin artması beklenir?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

**4.** **Sağlıklı bir insanda solunum merkezi ve uyarılması ile ilgili,**

I. Sadece kanda bulunan $CO_2$ miktarı değil BOS ve doku sıvısında bulunan $CO_2$ miktarı da solunum merkezininin uyarılmasında etkilidir.

II. Kan pH değişimlerinin algılanmasında kan damarlarındaki ve solunum merkezindeki kemoreseptörler görev yapar.

III. Diyafram kası ve kaburga kasları omurilik soğanı ve ponstan gelen sinyaller ile uyarılabilir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

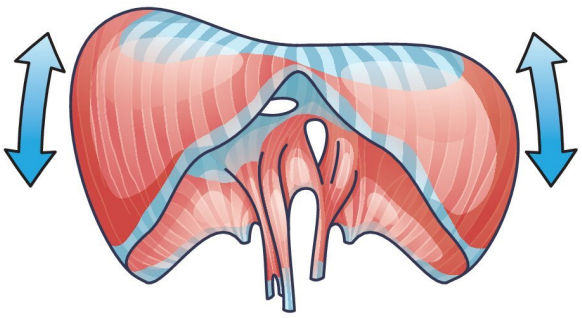
A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

1.D 2.B 3.A 4.E 5.C 6.D 7.B 8.B

**5.** Aşağıdaki görselde diyaframın yapısı gösterilmiştir.



**Buna göre,**

I. Diyafram kasının kasılması karın boşluğunun daralmasına neden olur.

II. Diyafram kubbe şeklini alırsa göğüs iç basıncı artar.

III. Diyafram sadece somatik sinir sisteminin kontrolünde çalışan çizgili bir kas çeşididir.

**ifadelerinden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

**6.** **Solunum gazlarının taşınması sırasında gerçekleşen aşağıdaki olaylardan hangisi kanın alveol kılcallarından geçmekte olduğunu gösterir?**

A) $Hb + CO_2 \rightarrow HbCO_2$

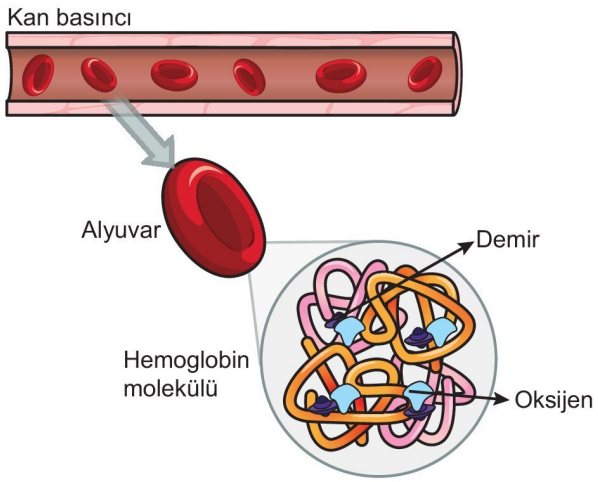
B) $Hb + H^+ \rightarrow HbH^+$

C) $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$

D) $HCO_3^- + H^+ \rightarrow H_2CO_3$

E) $HbO_2 \rightarrow Hb + O_2$

**7.** Aşağıdaki şekilde hemoglobin molekülünün yapısı gösterilmiştir.




**Buna göre hemoglobin molekülü ile ilgili,**

I. Alyuvarlarda bulunur.

II. Demir atomu içeren bir proteindir.

III. Bir hemoglobin molekülü sadece bir oksijen molekülü taşıyabilir.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

**8.** **Solunum sistemini oluşturan;**

I. gırtlak,

II. soluk borusu,

III. bronş,

IV. bronşçuk

**yapılarından hangilerinde kıkırdak doku <u>bulunmaz</u>?**

A) Yalnız III B) Yalnız IV C) I ve II

D) I ve IV E) III ve IV

3D YAYINLARI

## ÜRİNER SİSTEMİN YAPI, GÖREV VE İŞLEYİŞİ

- Metabolizma sonucu oluşan, tekrar kullanılmayan ve vücuda zarar verebilecek olan atıkların atılmasına **boşaltım** denir.
- Boşaltımda görevli organların oluşturduğu sisteme **üriner sistem** denir.
- Boşaltım sistemi homeostasinin korunmasına doğrudan katkı sağlayan sistemlerdendir.
- Azotlu organik bileşiklerden nükleik asitlerin ve proteinlerin hücrede yıkımı sonucu oluşan amonyak karaciğerde üreye dönüştürülür, kana verilir ve idrarla atılır.

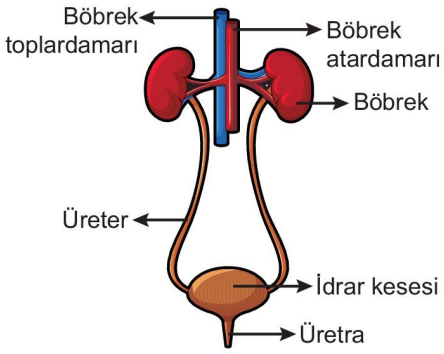
**NOT**

Karasal hayata adapte olmuş canlılarda zehir etkisi fazla olan amonyağın üre ve ürik asit gibi zehir etkisi daha az olan maddelere dönüştürülerek az su ile atılması su kaybını azaltan bir adaptasyondur.

**NOT**

İnsanda nefes verme ve terleme de boşaltım olaylarındandır.

- Üriner sistem; böbrekler, üreter (idrar kanalı), idrar kesesi (mesane) ve üretradan oluşur.



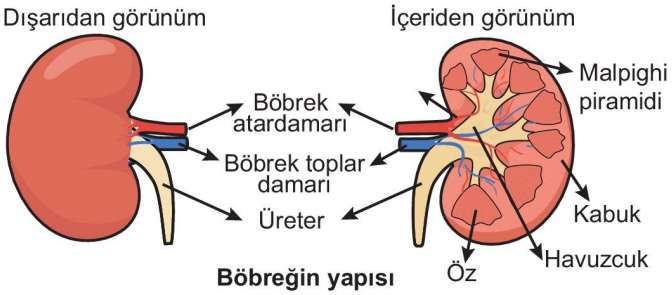

**Üriner sistemin yapısı**

- Böbrek atardamarı ile böbreğe getirilen kanı böbrekler süzer ve idrar oluşur.
- Oluşan idrarı mesaneye üreter taşır.
- Mesane idrarı depolar.
- Üretra idrarı dışarı atar.

### Böbrekler

Karın boşluğunun arka tarafında bulunur.

- Bir çifttir. Bağ dokudan oluşan bir zarla çevrilidir.
- Böbrekler kabuk (korteks), öz (medulla) ve havuzcuktan (pelvis) oluşur.




**Böbreğin yapısı**

- Kabuk, böbreğin dışa yakın kısmı olup idrar burada oluşur.
- Öz, idrar toplama kanallarının piramit şekli oluşturarak meydana getirdiği malpighi piramitlerinin ve Henle kulpunun bulunduğu kısımdır.
- Havuzcuk, piramit kanalları ile idrarın taşındığı kısımdır.
- Böbreğin en küçük işlevsel birimine **nefron** denir. Bir böbrekte yaklaşık bir milyon nefron bulunur.

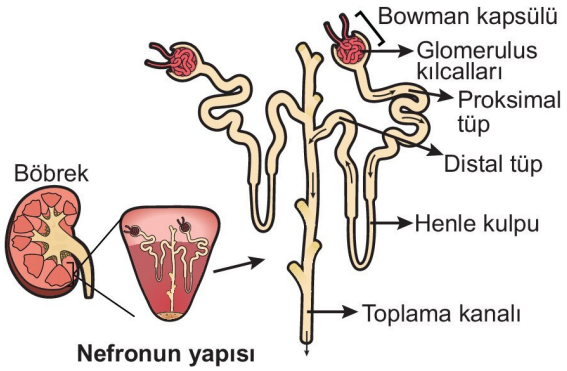
### Nefronun Yapısı ve İşlevi

- Nefron; malpighi cisimciği ve nefron kanallarından oluşur.
- Malpighi cisimciği;
  - Glomerulus
  - Bowman kapsülü
- Nefron kanalları;
  - Proksimal tüp
  - Henle kulpu
  - Distal tüp
  - İdrar toplama kanalları

  yapılarından oluşur.

**NOT**

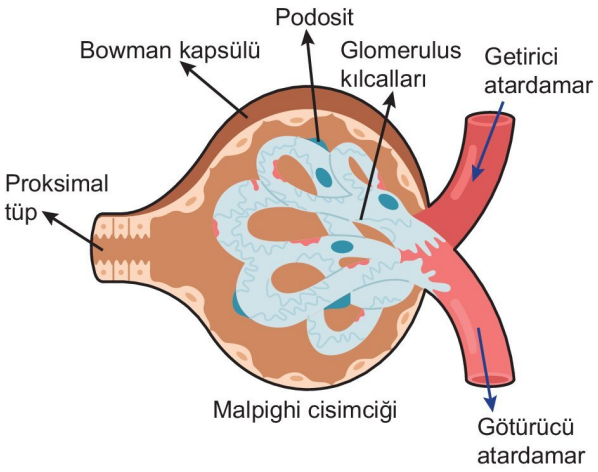
Kabuk ve öz bölgesinde bulunan nefronların bazıları öz bölgesinin derinliklerine kadar uzanabilir.




**Nefronun yapısı**

- Böbreğe kanı getiren böbrek atardamarı böbreğe ulaştıktan sonra kabuk bölgesine doğru kollara ayrılarak getirici atardamarı oluşturur.
- Nefrona kanı getiren getirici atardamar ile kanı götüren götürücü atardamar arasındaki kılcal damar yumağına **glomerulus** denir.
- Glomerulus kılcalları Bowman kapsülü ile sarılı olup bu iki yapıya birlikte **Malpighi cisimciği** denir.
- Glomerulus kılcallarında kan basıncı vücuttaki diğer kılcallara göre daha yüksek ve sabittir. Glomerulus kılcalları boyunca kan basıncı ozmotik basınçtan yüksek olduğundan bu kılcallarda daima süzülme olur, geri emilim olmaz.
- Glomerulus kılcallarının yüksek kan basıncına dayanıklılığını sağlayan, glomerulus kılcallarını çevreleyen kapsüllü hücrelere **podosit** denir.
- Glomerulus kılcallarının duvarında bulunan açıklıklara **por** denir. Bu porlardan su, tuz, glikoz, amino asit, vitamin, azotlu atıklar ve küçük moleküller çıkabilir. Kan hücreleri plazma proteinleri, yağ molekülleri ise geçemez.

3D YAYINLARI



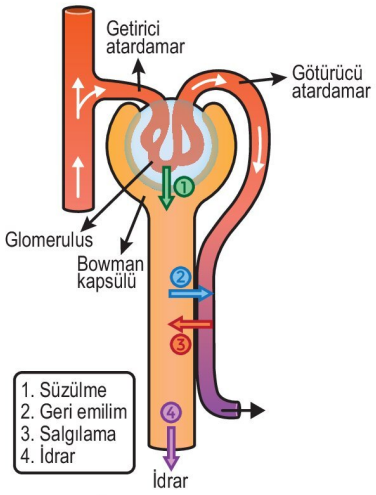

- Glomerulus kılcallarındaki kanda bulunan bazı maddeler, kan basıncının etkisiyle Bowman kapsülüne geçer.
- Bowman kapsülüne geçen süzüntü nefron kanallarından geçerken işlenir.
- Götürücü atardamarın oluşturduğu kılcallar nefronu sararak süzüntüdeki yararlı maddelerin kana alınmasını sağlar. Bu kılcallar böbrek toplardamarına bağlanır.
- Oluşan idrar, idrar toplama kanalları ile havuzcuğa iletilir.

### İdrar Oluşumu

- İnsanda günlük alınan ve kaybedilen su miktarı ortalama şu şekildedir:

| Su alımı (ml.) | Su kaybı (ml.) |
|---|---|
| İçeceklerle: 1200-1500 | İdrarla: 1200-1700 |
| Besinlerle: 700-1000 | Dışkıyla: 100-250 |
| Metabolik yollardan: 200-400 | Terle: 100-150 |
| | **Gizli kayıplar :** |
| | Deriden: 350-400 |
| | Akciğerden: 350-400 |

- İnsanda akciğerlerden ve terleme dışında deriden su kaybı olsa da en fazla su kaybı idrarla yapılır.
- Nefronda idrar oluşumu; süzülme, geri emilim ve salgılama olmak üzere üç aşamada gerçekleşir.




**İdrar oluşumu**

**Süzülme (Filtrasyon):** Yüksek kan basıncının etkisiyle glomerulus kılcallarında bulunan kandaki su ve suda çözünen moleküllerin bir kısmının pasif taşıma ile Bowman kapsülüne geçmesine **süzülme** denir.

- Süzülme yüksek kan basıncının etkisiyle gerçekleşen fiziksel bir olay olup bu olayda ATP harcanmaz.
- Süzülme sırasında kan hücreleri, plazma proteinleri ve yağ molekülleri Bowman kapsülüne geçemez

**NOT**

Küçük bir kan proteini olan albümin süzülebilir.

- Bowman kapsülündeki sıvıya **süzüntü** denir. Süzüntüde su, glikoz, amino asit, vitamin, tuz, üre, mineral, kreatinin, hemoglobinin yıkım ürünleri (bilirubin) ve albumin bulunabilir.
- Süzüntüdeki maddelerin konsantrasyonu kan plazması ile aynıdır.

**MERAKLISINA**

Bowman kapsülünün içinde bulunan sıvıların kapsüle yaptığı basınca **hidrostatik basınç** denir.

Süzülme basıncı: S.B

Kan basıncı: K.B

Kanın ozmotik basınc: O.B

Bowman kapsülünün hidrostatik basıncı: H.B

olarak düşünülürse;

S.B = K.B – (O.B + H.B)

şeklinde ifade edilir.

- Süzülme hızı kan basıncı ile doğru orantılıdır.
  - kan basıncının artması,
  - kanın protein ozmotik basıncının azalması,
  - Bowman kapsülündeki sıvının ozmotik basıncının azalması

  süzülme hızını artırır.

**NOT**

Getirici atardamardaki madde miktarı götürücü atardamardaki miktarından fazla olduğu halde bu iki damarda kan basıncı aynıdır. Bunun nedeni getirici atardamar çapının götürücü atardamar çapından fazla olmasıdır.

**Geri emilim (Reabsorbsiyon):** Glomerulus kılcallarından Bowman kapsülüne geçen süzüntüdeki glikoz, amino asit, su, tuz, mineral, bir miktar üre gibi moleküllerin nefron kanallarından nefronları saran kılcal damarlara alınmasında **geri emilim** denir.

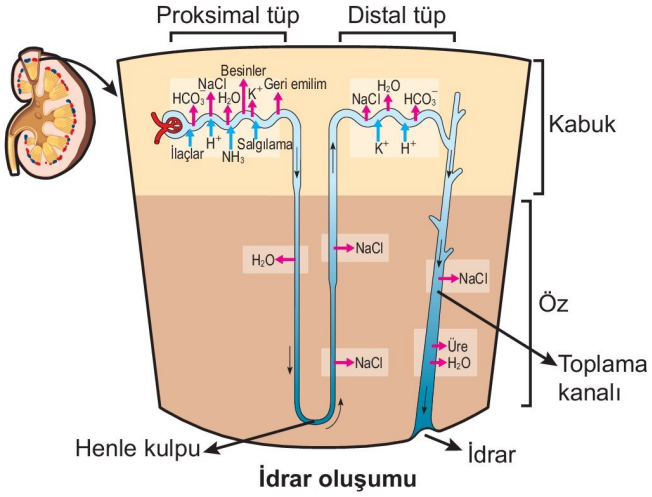
- Geri emilim vücudun su ve madde kaybını önler.
- Geri emilim, osmoz, difüzyon ve aktif taşıma ile gerçekleşir.

**NOT**

Süzüntüdeki maddelerin yaklaşık %98'i geri emilir.

3D YAYINLARI

➜ Nefron kanallarının kıvrımlı yapıda olması emilim yüzeyini arttırır. Nefronların kılcallarla sarılı olması geri emilimi kolaylaştırır.




**İdrar oluşumu**

➜ **Proksimal tüpten** su, sodyum klorür (NaCl), bikarbonat ($HCO_3^-$) iyonları ve potasyumun ($K^+$) bir kısmı, glikoz ve amino asidin tamamı geri emilir. Glikoz, amino asit ve $Na^+$ aktif taşımayla; $HCO_3^-$ ve $K^+$ difüzyonla, su ise osmozla emilir.

➜ Emilimi gerçekleşen maddenin kandaki miktarı eşik değerin üzerinde ise emilimi yapılmaz. Amino asitlerin kandaki miktarı eşik değerin üzerinde ise geri emilimi yapılmayacağı için idrarda amino aside rastlanılabilir.

**NOT**

Proksimal tüple emilim yüzeyini artırmak için mikrovilluslar bulunur.

**MERAKLISINA**

$HCO_3^-$ emilimi sayesinde vücut sıvılarının pH'ı korunur. Proksimal tüpte emilim yoğun olarak gerçekleşir, süzüntünün hacmi azalır fakat toplam ozmolaritesi değişmediğinden süzüntünün derişimi izotonik olarak kalır.

➜ Süzüntüde bulunan kreatinin geri emilmediğinden proksimal tüp boyunca konsantrasyonu artar.

**NOT**

Kreatinin kasların enerji metabolizmasında kullanılan kreatin fosfatın parçalanması sonucu oluşan azotlu bir atık olup böbreklerden atılan bir maddedir.

**Henle kulpunun** inen kolunda suyun geri emilimi osmozla devam ederken tuz emilimi olmaz. Süzüntünün derişiminin en yüksek olduğu kısım henle kulpunun dirsek kısmıdır (hipertonik).

**MERAKLISINA**

Hücre zarlarında, zar boyunca su moleküllerinin hızlı geçişini sağlayan protein kanallara **aquaporin** denir. ADH, böbrek hücrelerinin zarlarındaki reseptörlere bağlanarak aquaporinlerin aktivitesini hızlandırdığı için su emilimini artırır.

➜ Henle kulpunun yukarı çıkan kolu suya karşı geçirgen olmadığından çıkan kolda önce difüzyon, sonra da aktif taşıma ile NaCl emilimi gerçekleşir. Suyun henle kulpunda kalması nedeni ile distal tüpe doğru ilerleyen süzüntünün derişimi giderek azalır (hipotonik).

**Distal tüpte** su emlimi osmozla, NaCl ve $HCO_3^-$ emilimi ise aktif taşıma ile devam eder.

➜ Distal tüpte su emilimini ADH; NaCl emilimini aldosteron düzenler.

**İdrar toplama kanalında,** su ve çözünen maddelerin geri emilimi devam eder. Ayrıca bir miktar üre de difüzyonla emilir.

➜ Sağlıklı bir insanda;

- glikoz ve amino asitlerin %100'ü,
- suyun %99'u,
- tuzun %99,5'i,
- ürenin %50'si geri emilir.
- Kreatininin geri emilimi olmaz.

**Shorts 14**

**Bir nefronda geri emilen maddeler nelerdir?**

**Salgılama (aktif boşaltım):** Nefronu saran kılcal damarlardan nefron kanallarına madde geçişine **salgılama** denir.

➜ İlaçlar, zehirli maddeler, amonyak, hidrojen iyonları, potasyum iyonları, organik asitler ve bazlar, boya maddeleri aktif taşıma ile nefron kanallarına salgılanır.

**NOT**

$NH_3$ ve $H^+$ birlikte salgılanarak pH dengesinin ayarlanması sağlanır. Bu maddeler birleşerek $NH_4^+$'ya dönüşür.

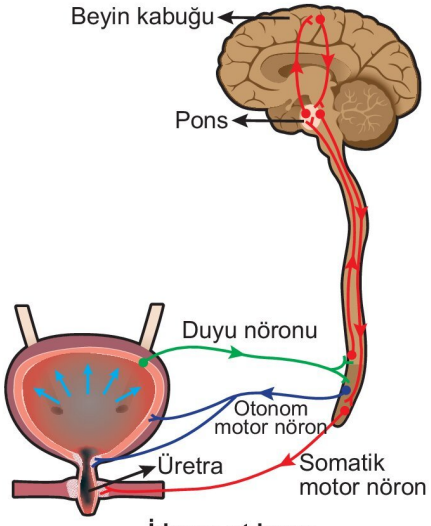
➜ Süzülme, geri emilim ve salgılama sonucu oluşan idrarın bileşiminde su, kreatinin, üre, ürik asit, sodyum, potasyum, kalsiyum, klor, fosfat, amonyak, amonyum, B ve C vitamini gibi maddeler bulunur.

➜ Süzülme ile oluşan idrar havuzcuğa iletilir. Havuzcuktan üreter (idrar toplama kanalları) ile mesaneye taşınan idrar üretradan dışarı atılır.

➜ İşeme; orta beyin, omurilik ve omurilik soğanı tarafından kontrol edilir.

3D YAYINLARI

➜ Gelen idrarla dolan mesanenin basıncı artınca mesanedeki sinir uçları uyarılır. İdrarın atılması refleksi aktifleşir ve idrar üretra ile boşaltılır. Karın kaslarının kasılması da mesanenin basıncını artırıp idrarın atılmasına destek olur. İdrarın atılması refleks olsa da bu refleks beyindeki merkezlerce bir süre ertelenebilir.




**İdrarın atılması**

**NOT**

Süzülme ile Bowman kapsülüne geçen ve tamamı geri emilen bir maddenin idrarda bulunması bu maddenin salgılandığını gösterir.

**NOT**

İdrar bileşimi = Süzülme − Geri emilim + Salgılama şeklinde ifade edilebilir.

### Böbreğin Görevleri

1. Vücudun su oranını düzenler. Vücudun su ihtiyacı arttığında kanın ozmotik basıncı artar. Hipofizden salgılanan ADH artırılarak distal tüp ve idrar toplama kanallarından su emilimi artar. Su emilimi arttıkça idrardaki su azalır ve idrar yoğunluğu artar.
2. Tuz ve elektrolit dengesini düzenler. Böbrekler $Na^+$, Cl, $K^+$ ve $HCO_3^-$ gibi elektrolitlerin dengelenmesini sağlar. $Na^+$ emilimi ve $K^+$ salgılama aldosteron hormonunun distal tüpü ve idrar toplama kanalını etkilemesi ile gerçekleşir.

**MERAKLISINA**

Böbreklerimiz yaklaşık %2 oranında tuz atabilir. Fazla deniz suyu yutan insanda hücreler su kaybedeceği için ölüm gerçekleşebilir. Çünkü deniz suyundaki tuz oranı %3, kandaki tuz oranı yaklaşık %1'dir ve kana geçen fazla tuz hücrelerden ve doku sıvısından kana su geçişine neden olur. Kanın hacmi ve basıncı artar.

3. Kan pH değerini düzenler. Kan pH'ı 7,35-7,45 aralığında dengede tutulur. Kan pH'ının 7,35'in altına düşmesine **asidoz**, 7,45'in üzerine çıkmasına **alkaloz** denir. Kan pH değerindeki değişimler asit-baz tampon sisteminin devreye girmesi ile ayarlanır. Böbrekler $H^+$ ve $NH_3$'ü salgılayarak, solunum sisteminde dokularda üretilen $CO_2$'nin karbonik aside ve sonrasında $H^+$ ile $HCO_3^-$'ye dönüşümünü tersinir şekilde gerçekleştirerek pH'ı ayarlar.

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

- $CO_2$ arttıkça $H^+$ artar ve pH azalır. Böbrek bu durumda $H^+$ salgılar ve $HCO_3^-$ emilimini artırır.

**NOT**

Protein metabolizması sonucu oluşan sülfirik asit ve fosforik asit sadece böbrekten atılabilir.

4. Metabolik atıkları uzaklaştırır. Protein yıkımıyla oluşan üre, nükleik asit yıkımıyla oluşan ürik asit ve kaslarda kreatin fosfat yıkımıyla oluşan kreatin böbrekten atılır.
5. Zararlı kimyasalları uzaklaştırır. İlaçlar, gıda boyaları, gıda koruyucu katkı maddeleri ve tarım ilaçları böbrekten atılır.
6. Kemik iliğini alyuvar üretimi için uyaran eritropoietin hormonunu sentezler.

**NOT**

Kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda böbrek işlevi bozulduğundan yeterli eritropoietin hormonunun sentezlenememesi bu hastaların alyuvar sayısının sürekli azalmasına neden olur.

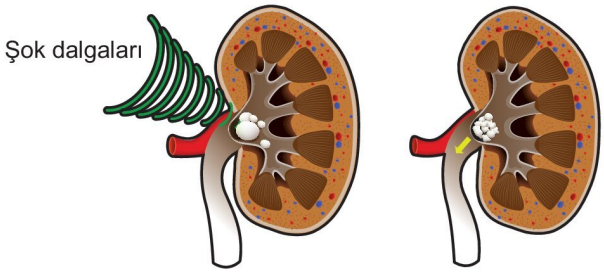
7. Uzun süren açlıkta laktik asit, pirüvat, amino asit, gliserol gibi karbonhidrat dışı kaynaklardan glikoz sentezleyerek vücudun glikoz ihtiyacını karşılar.
8. Kan basıncının, vücut sıvılarının hacminin ve bileşiminin ayarlanmasına yardım eder.
9. İnaktif $D_3$ vitaminini aktif $D_3$ vitaminine dönüştürür. Beslenme ile alınan veya güneş ışınları yardımıyla deride üretilen inaktif D vitamini, karaciğerin ardından böbrekte aktif $D_3$ vitaminine dönüştürülür. $D_3$ vitamini kalsiyum emiliminde rol oynar.

**Shorts 15**

**İdrar testinde Bilirübin değeri pozitif çıkan bir insana konulabilecek tanılar nelerdir?**

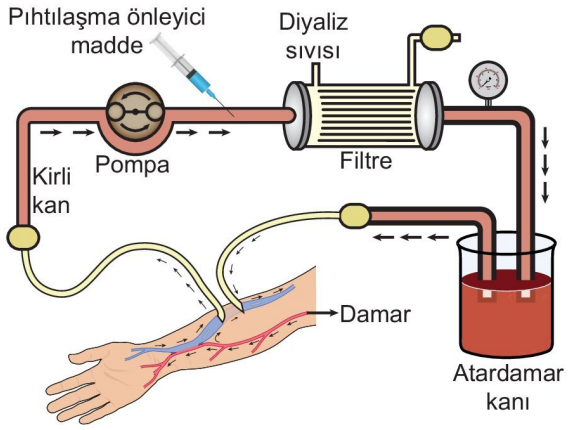
## Üriner Sistem Rahatsızlıkları

**Böbrek taşları:** Kandaki parathormon miktarının fazla salgılanması, az su tüketimi gibi nedenlerle kalsiyum ve fosfat minerallerinin havuzcukta çökerek kalsiyum fosfat tuzlarını ve kalsiyum oksalat kristallerini oluşturmasıdır. Geçmişte cerrahi müdahale ile tedavi edilirken böbrek taşları günümüzde şok dalgaları ile parçalanabilir.




**Böbrek taşı ve şok dalgaları ile parçalanması**

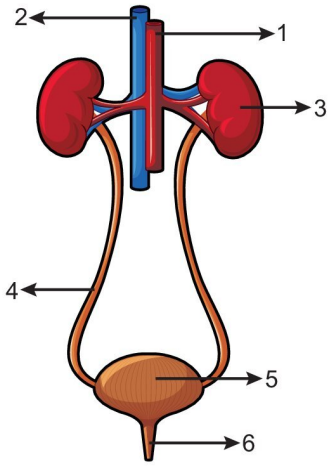
**Böbrek yetmezliği:** Böbreklerin çalışmasının yavaşlaması veya durması sonucu kanın su ve mineral dengesinin bozulmasıdır. Böbrek yetmezliği olan hastalara diyaliz tedavisi uygulanır. Diyalizde kandaki istenmeyen maddeler süzülerek vücuttan uzaklaştırılır. Böbrek nakli ile tedavi sağlanır.




**İdrar yolu enfeksiyonu:** Mesane veya üretrada görülen bakteriyel enfeksiyondur. İdrar kesesinin iltihaplanmasına **sistit**, üretra enfeksiyonuna **üretrit** denir.

### ETKİNLİK 1

Aşağıdaki görselde insanın üriner sistemini oluşturan yapılar numaralandırılarak verilmiştir.

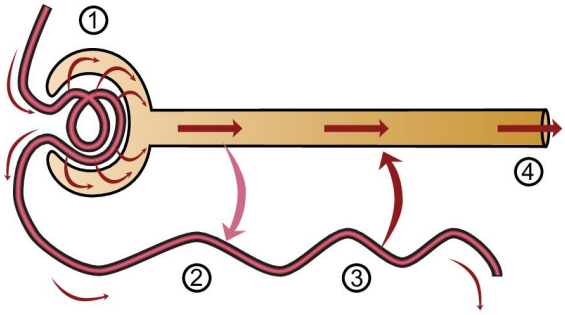



**Buna göre, aşağıdaki ifadelerin karşısına ilgili olan yapıların numaralarını yazınız.**

| | |
|---|---|
| Böbreğe metabolik atıkları ve temiz kanı getiren yapı: | |
| Süzülen kanı dolaşıma ileten yapı: | |
| Eritropoietin hormonunu sentezleyen yapı: | |
| Bileşimi aynı olan sıvıyı içeren yapılar: | |
| Üreter adı verilen yapı: | |
| Üretra adı verilen yapı: | |

### ETKİNLİK 2

Aşağıdaki görselde idrar oluşumu aşamaları numaralandırılarak gösterilmiştir.



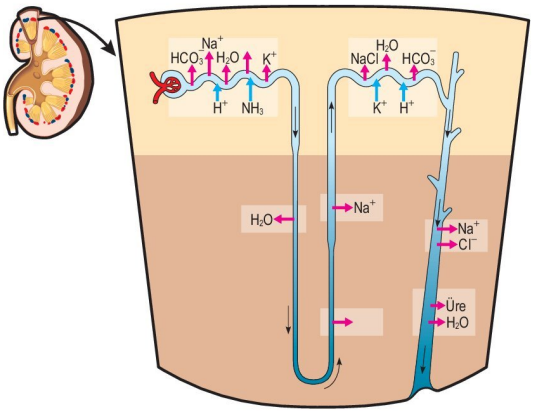

**Buna göre, sağlıklı bir insanda aşağıdaki tabloda verilen maddelerden, 1, 2 ve 3 yönünde geçiş yapabilenleri gösteren harfleri ve 4 numaralı sıvıda bulunabilenleri numaraların karşılarına yazınız.**

| | | |
|---|---|---|
| a) Kreatinin | b) Glikoz | 1: |
| c) $K^+$ | d) NaCl | 2: |
| e) Yağ molekülü | f) Fibrinojen | 3: |
| | | 4: |

YAYINLARI

## ETKİNLİK 3

Aşağıdaki görselde sağlıklı bir insanda nefron kanallarında gerçekleşen geri emilim olaylarının bir kısmı gösterilmiştir.




**Buna göre, aşağıdaki ifadelerden doğru olanlarının karşısındaki kutucuğu "✔" işareti ile işaretleyiniz.**

- Nefron kanallarının her bölgelerinde su emilimi gerçekleşir. ☐
- $H^+$ hem proksimal tüpe hem de distal tüpe salgılanır. ☐
- $K^+$ sadece geri emilimi yapılan bir maddedir. ☐
- Süzülen sıvıdaki ürenin tamamı idrarla atılır. ☐
- Nefron kanallarındaki sıvının derişimi kanallar boyunca aynı kalır. ☐
- Nefron kanallarında hiç bir organik madde emilimi gerçekleşmez. ☐

## BECERİ TEMELLİ SORU 1

Aşağıdaki tabloda sağlıklı bir insanda süzülen, geri emilen ve idrara katılan maddelerin miktarları ve geri emilme oranları verilmiştir.

| Madde | Süzülen miktar | Geri emilme miktarı | Geri emilme oranı | Salgılama dahil idrara katılan |
|---|---|---|---|---|
| Su | 180 lt | ~ 178 lt | %99 | ~ 2 lt |
| Protein | 2,0 g | 1,9 g | %95 | 0,1 g |
| Glikoz | 162 g | 162 g | %100 | 0 g |
| Üre | 54 g | 24 g | %50 | 30 g |
| Ürik asit | 8,5 g | 7,7 g | %91 | 0,8 g |
| Kreatinin | 1,6 g | 0 g | %0 | 1,6 g |
| $Na^+$ | 579 g | 575 g | %99,5 | 4 g |
| $Cl^-$ | 640 g | 634 g | %99 | 6 g |
| $HCO_3^-$ | 275 g | 274,97 g | %99 | 0,03 g |
| $K^+$ | 29,6 g | 29,6 g | %100 | 2,0 g |

**Buna göre;**

I. Nefron kanallarına süzülen ve %100 emilim oranına sahip olan bir maddenin idrarda bulunması mümkün değildir.

II. Üre hem süzülen, hem geri emilen, hem de salgılanan bir maddedir.

III. Organik yapılı moleküllerin emilimi daima difüzyon ile, inorganik yapılı moleküllerin emilimi daima aktif taşıma ile yapılır.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

## BECERİ TEMELLİ SORU 2

**Sağlıklı bir insanda birim zamanda oluşan idrar miktarını;**

I. kan basıncının artması,

II. Bowman kapsülündeki sıvının hidrostatik basıncının artması,

III. hipofizden salgılanan ADH miktarının artması,

IV. kana salgılanan aldosteron miktarının azalması

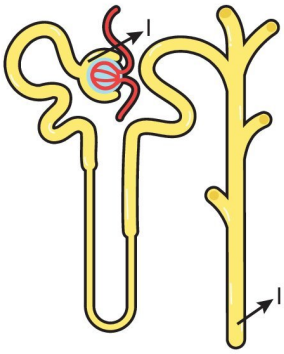
**verilenlerden hangileri etkiler?**

A) I ve III B) III ve IV C) I, II ve III

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

## BİRE BİR ÖSYM 1

Aşağıdaki görselde sağlıklı bir insanın üriner sistemine ait nefronun kısımları verilmiştir.




**Buna göre I ve II numaralı yapılarda gerçekleşen olaylar ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) I numaralı yapıdaki su miktarı II numaralı yapıdakinden fazladır.

B) I numaralı yapıda glikoz bulunurken II numaralı yapıda glikoz yoktur.

C) I ve II numaralı yapılarda alyuvar yoktur.

D) I numaralı yapıda bulunmayan bir maddeye II numaralı yapıda rastlanılması mümkün değildir.

E) I ve II numaralı yapılarda kreatinin ve üre ortak olarak bulunur.

## BİRE BİR ÖSYM 2

**İnsan böbreğindeki aşağıdaki yapılardan hangisinin içeriği, üretradaki idrar ile aynı bileşimdedir?**

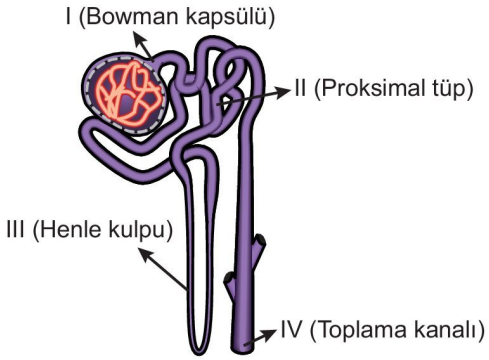
A) Glomerulus kılcalları B) Bowman kapsülü

C) Proksimal tüp D) Henle kulpu

E) Havuzcuk

## BİRE BİR ÖSYM 3

Aşağıdaki şekilde insan böbreğindeki nefron ve toplama kanalı numaralandırılarak verilmiştir.




**Buna göre,**

I. Süzülme, kan basıncının etkisi ile glomerulustan I numaralı kısma doğru tek yönlü gerçekleşir.

II. II numaralı kısımda glikoz emilimi tamamlanır.

III. III ve IV numaralı kısımlarda kreatinin molekülünün tamamı geri emilir.

**ifadelerinden hangileri yanlıştır?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

| BİRE BİR ÖSYM SORULARI | | | |
|---|---|---|---|
| 1. D | 2. E | 3. A | |
| **BECERİ TEMELLİ SORULAR** | | | |
| 1. B | 2. E | | |

NOTLARIM

NOTLARIM

3D YAYINLARI

**1.** **Aşağıdakilerden hangisi böbreğin görevi <u>değildir</u>?**

A) Uzun süren açlıkta karbonhidrat dışı kaynaklardan glikoz sentezlemek

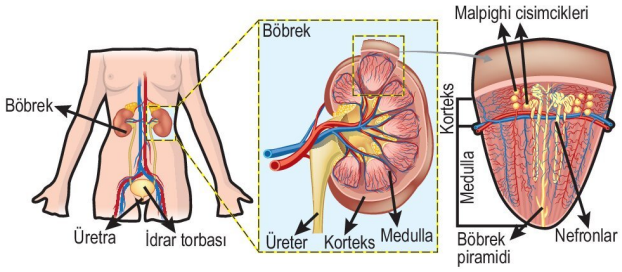
B) Su dengesini düzenleyerek kan hacmini ve basıncını ayarlamak

C) Amonyaktan üre sentezlemek

D) Kan pH'ının düzenlenmesine yardım etmek

E) $D_3$ vitaminini aktive etmek

**2.** Aşağıdaki görselde üriner sistem ve böbreğin anatomik yapısı gösterilmiştir.




**Buna göre,**

I. Böbreğin oluşturduğu idrar üreter ile mesaneye taşınır.

II. Malpighi cisimcikleri böbreğin korteks kısmında yoğunlaşmıştır.

III. Henle kulpu böbreğin havuzcuk kısmından üretere kadar uzanır.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

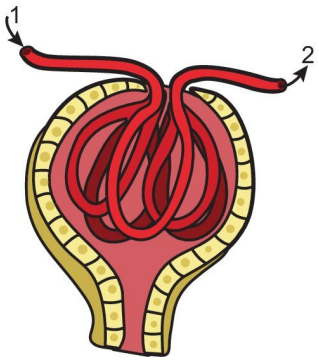
**3.** **Bir nefronun yapısında aşağıdakilerden hangisi <u>bulunmaz</u>?**

A) Glomerulus kılcalları B) Bowman kapsülü

C) Üreter D) İdrar toplama kanalı

E) Henle kulpu

**4.** Aşağıdaki görselde Malpighi cisimciği gösterilmiştir.




**Buna göre 1 ve 2 numaralı damarlarda bulunan kanda seçeneklerdeki maddelerden hangisinin miktarının eşit olması beklenir?**

A) Kreatinin B) Glikoz C) Su

D) Alyuvar E) Üre

**5.** **Sağlıklı bir insanın idrarında aşağıdakilerden hangisi <u>bulunmaz</u>?**

A) Bilirubin B) Yağ molekülleri C) Üre

D) Kreatinin E) Potasyum

3D YAYINLARI

1.C 2.D 3.C 4.D 5.B 6.B 7.B 8.E 9.A 10.E

**6. Karasal hayata adapte olmuş omurgalı bir hayvan türünde;**

I. amonyağın üreye dönüştürülmesi,

II. Henle kulpunun uzun olması,

III. glomerulus kılcallarındaki kan basıncının yüksek olması

**verilenlerden hangileri su kaybını azaltmaya yönelik adaptasyonlardan <u>değildir</u>?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

**7. Vücudun suya ihtiyaç duyması ve sonrasında kanın ozmotik basıncının düzenlenmesi sürecinde aşağıdaki olaylardan hangisi <u>en son</u> gerçekleşir?**

A) Hipofizden salgılanan ADH miktarının artması

B) Kanın ozmotik basıncının azalması

C) Su içme isteğinin artması

D) Suyun geri emiliminin artması

E) Nefron kanallarının suya geçirgenliğinin artması

**8. Glomerulus kılcallarındaki kan basıncının artması;**

I. birim zamanda süzülme ile Bowman kapsülüne geçen sıvı miktarı,

II. birim zamanda kana emilen madde miktarı,

III. birim zamanda oluşan idrar miktarı

**verilenlerden hangilerinin artmasına neden olabilir?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**9.** Solunum sisteminde, hücrelerde oluşan $CO_2$'nin katıldığı tepkimeler aşağıda verilmiştir.

$$CO_2 + H_2O \underset{1}{\overset{4}{\rightleftharpoons}} H_2CO_3 \underset{2}{\overset{3}{\rightleftharpoons}} H^+ + HCO_3^-$$

**Buna göre kandaki $CO_2$ miktarının artması durumunda,**

I. 1 ve 2 numaralı reaksiyonlar hızlanır.

II. Nefron kanallarına salgılanan $H^+$ miktarı artar.

III. Böbrek nefronlarından $HCO_3^-$ emilimi artar.

IV. 3 ve 4 numaralı reaksiyonlar sonucu oluşan ürünlerin solunum sisteminden atılma hızı artar.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız IV B) I ve III C) II ve IV

D) I, II ve IV E) I, III ve IV

**10. Glomerulus kılcalları;**

I. iki atardamar arasında bulunması,

II. geri emilimin gerçekleşmemesi,

III. kan basıncının damar boyunca sabit olması

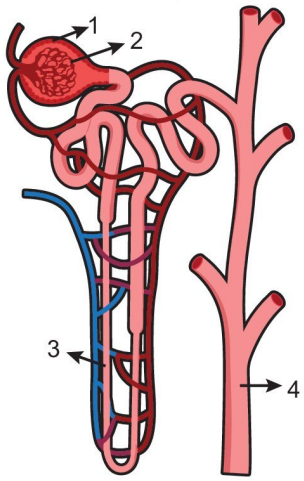
**özelliklerinden hangileri bakımından diğer dokulardaki kılcallardan farklılık gösterir?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

**1.** Aşağıdaki görselde nefronun yapısı gösterilmiştir.




**Buna göre,**

I. 1 numaralı kısım Bowman kapsülü olup içerdiği sıvı doku sıvısına benzer.

II. 2 numaralı kısımda bulunan bazı moleküllere numaralandırılmış diğer kısımlarda rastlanmayabilir.

III. 3 ve 4 numaralı kısımlarda bulunan sıvılar özdeş içeriğe sahiptir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II D) I ve III E) II ve III

**2.** **Üriner sistem rahatsızlığı olan bir bireyde;**

I. sık idrara çıkma,

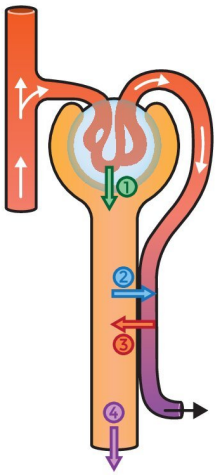
II. kan pH'ının bozulması,

III. elektrolit dengesinin bozulması

**olaylarından hangileri görülebilir?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

**3.** Aşağıdaki görselde idrar oluşum aşamaları verilmiştir.




**Buna göre, aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Kan basıncının artması durumunda 1 numaralı olay hızlanabilir.

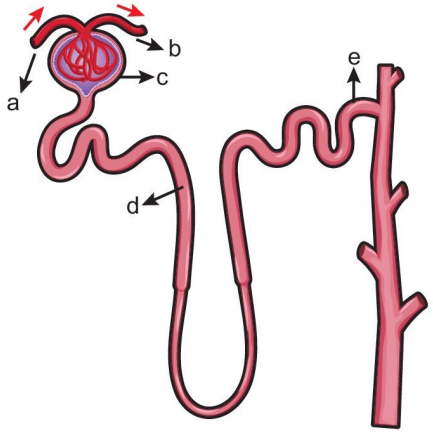
B) Kreatinin 2 numaralı ok yönünde geçiş yapmaz.

C) 3 numaralı olay idrar derişimini artırır.

D) 4 numaralı olay ile idrar doğrudan vücut dışına atılır.

E) 2 ve 3 numaralı olaylarda ATP harcanabilirken 1 numaralı olayda ATP harcanmaz.

**4.** Aşağıdaki şekilde nefron kanalları ve bazı kan damarları harflendirilerek gösterilmiştir.

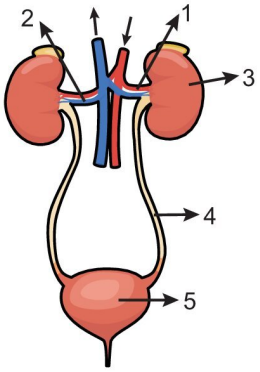



**Buna göre, verilen kısımlardan hangisinin bileşimi kan plazmasının bileşimine daha çok benzer?**

A) a B) b C) c D) d E) e

3D YAYINLARI

**5.** Aşağıdaki görselde sağlıklı bir insana ait üriner sistemin yapısı verilmiştir.




**Buna göre, numaralandırılmış yapılar ile ilgili seçeneklerdeki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) 1 numaralı damar böbrek atardamarı olup üre, su, tuz, mineral gibi atıklar bakımından zengindir.

B) Uzun süren açlık durumunda 2 numaralı damardaki kanın glikoz derişiminin 1 numaralı damardakine oranla daha fazla olması beklenir.

C) 3 numaralı yapı böbrek olup iki atardamar arasında bulunur.

D) 4 ve 5 numaralı yapıların içerdiği sıvıların içeriği aynıdır.

E) 5 numaralı yapı idrarı depolayan ve düz kaslar içeren idrar kesesidir.

**6.** **Bir nefronun yapısında bulunan aşağıdaki kısımlardan hangisinde geri emilim gerçeklemez?**

A) Bowman kapsülü B) Proksimal tüp

C) Henle kulpu D) Distal tüp

E) Toplama kanalı

**7.** **Sağlıklı bir insanın böbreğinde;**

I. ADH,

II. aldosteron,

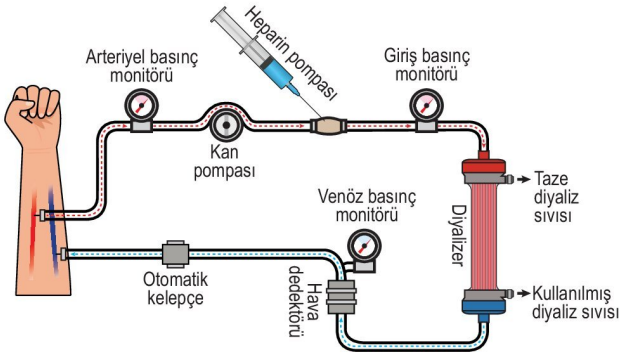
III. eritropoietin

**hormonlarından hangilerinin sentezi yapılabilir?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

**8.** Aşağıdaki görselde böbrek yetmezliğinin tedavisinde kullanılan diyaliz yöntemi verilmiştir.




**Buna göre diyaliz yöntemi ile ilgili,**

I. Hastanın kanı atardamardan alınarak özel bir cihazdan geçirilir ve istenmeyen maddelerden arındırılır.

II. Heparin verilmesinin nedeni pıhtılaşmayı önlemek olabilir.

III. Temizlenen kan hastanın toplardamarına verilir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

**9.** **Aşağıdakilerden hangisi üriner sistem rahatsızlığı değildir?**

A) Sistit B) Artrit C) Böbrek taşı

D) Böbrek yetmezliği E) Üretrit

**10.** **Sağlıklı bir insanın böbreğindeki hücrelerde;**

I. amino asit ⟶ glikoz,

II. glikoz ⟶ karbondioksit,

III. amonyak ⟶ üre

**dönüşümlerinden hangileri gerçekleşmez?**

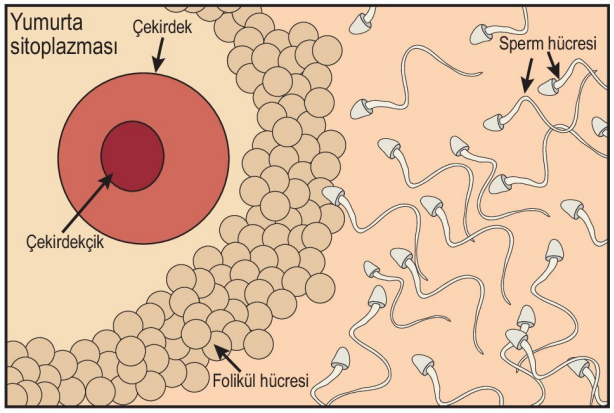
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

3D YAYINLARI

## ÜREME SİSTEMİNİN YAPI GÖREV VE İŞLEYİŞİ

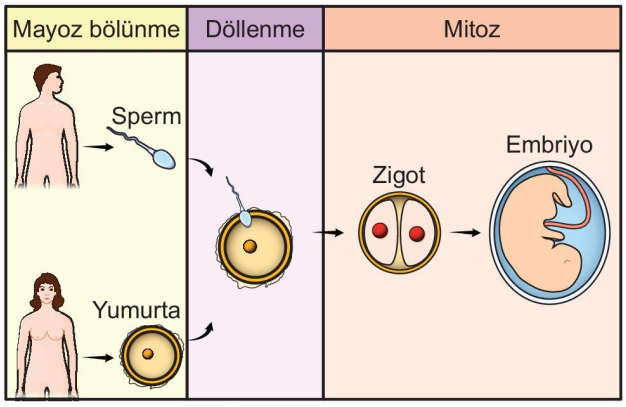
➜ Üreme, tüm canlıların nesillerini devam ettirmek amacıyla gerçekleştirdiği ortak olaylardan biridir.




➜ İnsanlarda eşeyli üreme gerçekleşir.

➜ Üreme hücrelerine **gamet** adı verilir.

Dişi bireyde mayoz sonucu oluşan dişi gamet (ikincil oosit) ile erkek bireyde mayoz sonucu oluşan erkek gametin birleşmesine (sperm) **döllenme** denir. Bu olay sonucu meydana gelen zigottan mitoz, büyüme ve farklılaşma ile yeni birey gelişir.




**İnsanda üreme**

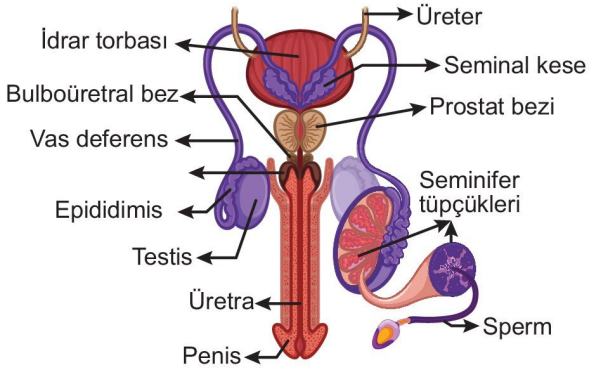
➜ Dişi ve erkek üreme sistemi asıl eşey organları ve yardımcı eşey organlarından oluşur.

➜ Gametleri üreten ve eşey hormonu salgılama yeteneği de bulunan asıl eşey organlarına **gonat** adı verilir. Dişilerde ovaryumlar, erkeklerde ise testisler gonatlardır.

➜ Yardımcı eşey organları ise gametleri taşıyan kanallar, bu kanallara salgılarını boşaltan bezler ve dış genital organlardan oluşur.

### Erkek Üreme Sistemi

➜ Erkek üreme sistemi; testisler, kanallar (epididimis ve vas deferens), yardımcı bezler (bir çift seminal kese, bir çift cowper bezi (bulboüretral bez) ve bir tane prostat ve penisten oluşur.




**Erkek üreme sistemi**

➜ **Testisler**, embriyonik dönemde karın boşluğunda oluşur. Doğuma yakın süreçte **skrotum** adı verilen ve deriden oluşan torba içerisine iner. Çünkü sperm üretimi için ideal sıcaklık vücut sıcaklığına göre daha düşüktür.

- Skrotum kasları sıcakta gevşeyerek tesisleri vücuttan uzaklaştırırken soğukta kasılarak vücuda yaklaştırır. Bu şekilde testis sıcaklığı vücut sıcaklığından ortalama 2 °C daha düşük tutulur.
- Testisler **androjen** adı verilen eşey hormonları da salgılar.
- Her testis yaklaşık 1000 adet **seminifer tüpçükten** oluşur.
- Seminifer tüpçüklerde ergenlikten itibaren sperm ana hücrelerinden mayoz ile spermler üretilir. Bu tüpçüklerde mayozun farklı evrelerinde bulunan hücreler ve **sertoli hücreleri** vardır.
- Sertoli hücreleri ürettiği salgılarla spermleri besler, korur ve üreme kanallarında hareketini kolaylaştırır. Ayrıca sperm oluşumunun hormonal düzenlenmesinde görev alır.

**NOT**

Spermlerin gelişmesi sırasında attıkları sitoplazmik atıklar sertoli hücreleri tarafından fagositoz ile parçalanır.

- Seminifer tüpçükler arasındaki bağ dokuda bulunan **Leydig hücreleri** (interstisyel hücreler) testosteron başta olmak üzere androjenleri salgılar.

➜ Seminer tüpçüklerde mayozla üretilen spermler **epididimise** geçer. Spermler epididimiste olgunlaşır ve hareket yeteneği kazanır.

**NOT**

Spermler dölleme yeteneğini dişi üreme sisteminin asidik ortamında kazanır.

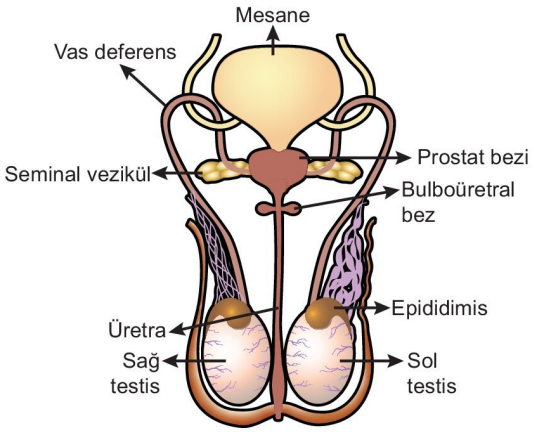
➜ Olgunlaşan spermler epididimisten **vas deferens** adı verilen kaslı kanala geçer ve burada geçici bir süre depolanır. Bu kanaldaki hücrelerin ürettiği salgılar spermleri besler ve kanalda ilerlemelerini sağlar.

- Vas deferens idrar kesesinin çevresinden dolanarak seminal keseden gelen kanal ile birleşip **ejakulasyon kanallarına** açılır.
- Ejakulasyon kanalı üretraya bağlanır.

3D YAYINLARI

- Üretra üriner sistem ve üreme sisteminin ortak kanalıdır.
- Üretra penisin içinden uzanarak idrar ve spermleri vücut dışına atar.
- **Penis** çiftleşme organıdır. Kılcal kan damarı yönünden zangindir.

➜ Erkek üreme sistemindeki yardımcı bezler **seminal keseler, prostat** ve **bulboüretral bezler (cowper bezleri)** dir.




**Erkek üreme sisteminin bölümleri**

- Bu bezler seminal sıvıyı üretir. Seminal sıvı ile spermlerin karışmış haline **semen** denir.

**MERAKLISINA**

Seminal kesenin sıvısı koyu sarı ve bazik olup mukus, fruktoz, C vitamini ve enzim içerir. Prostat bezinin salgısı pıhtılaşma önleyici enzimler bulundurur. Bulboüretral bezin salgısı ise üretrada kalmış olan asidik idrar kalıntısını nötralize eder.

- Seminal keseler salgısını üretra ile birleşmeden önce vas deferense boşaltır.
- Prostat üretrayı sarar ve salgısını üretraya verir.
- Bulboüretral bezler üretra boyunca uzanarak salgısını üretraya boşaltır.

### Spermatogenez

➜ Seminifer tüpçüklerde spermatogoniyumların (sperm ana hücreleri) mayoz ile spermleri oluşturmasına **spermatogenez** denir.

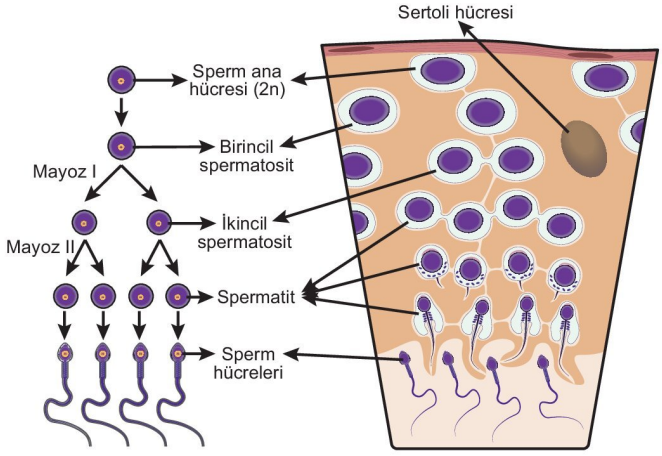
➜ Bu olay ergenlikte başlar.

➜ Seminifer tüpçüklerin dışa yakın kısmındaki spermatogonyumlar mitozla çoğalır. Bu hücrelerden bazıları mitozla çoğalmaya devam ederken bazıları mayoz geçirecek **birincil spermatositlere** dönüşür.

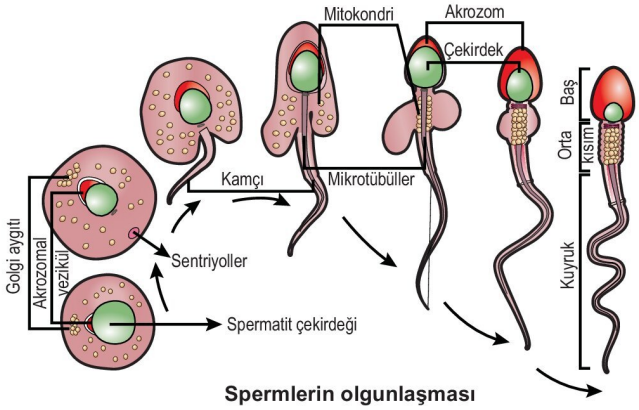
➜ Birincil spermatositler mayoz I ile iki tare n kromozomlu **ikincil spermatositleri**, bu hücreler de mayoz II ile dört tane n kromozomlu **spermatitleri** oluşturur.

➜ Bol sitoplazmalı küre şeklindeki bu dört spermatit uzayıp farklılaşarak **spermleri** oluşturur.

➜ Henüz tam olgunlaşmamış olan spermler seminifer tüpçüklerin ortasındaki boşluğa geçerek buradan epididimise gelir. Epididimiste olgunlaşmasını tamamlayan ve hareket etme yeteneği kazanan spermlerin bir kısmı burada kalırken çoğu vas deferense geçer ve depolanır.



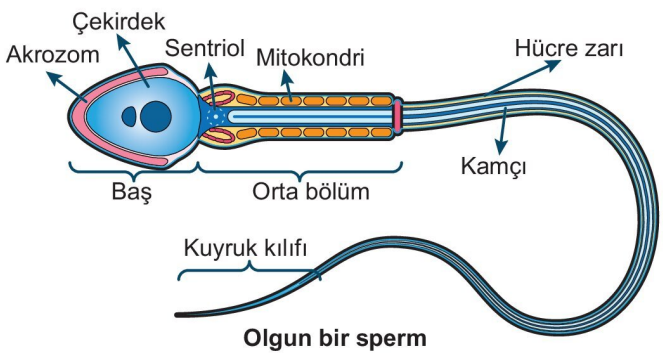

**Spermatogenez**




**Spermlerin olgunlaşması**

➜ Sperm; **baş, orta kısım** ve **kuyruktan** oluşur.

- Baş kısmında Golgi aygıtından oluşan **akrozom** bulunur. Akrozomdaki hidrolitik enzimler döllenme sırasında spermin yumurtaya girmesinde görev yapar. Akrozomun zıt kısmında sentrioller bulunur. Setriollerden biri gelişerek mikrotübül filamentlerini bulunduran kuyruğu oluşturur.
- Orta kısımda çok sayıda mitokondri bulunur.



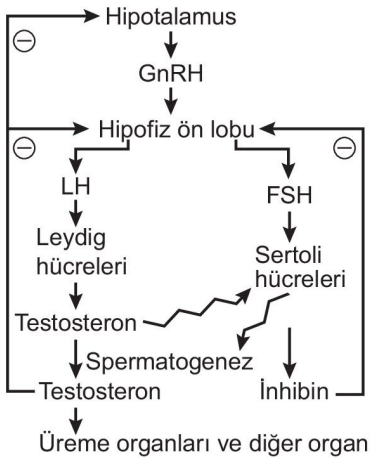

**Olgun bir sperm**

**NOT**

Döllenme sırasında orta kısım ve kuyruk yumurtaya girmediği için zigotun sahip olduğu mitokondriler yumurta ile anneden, sentrozom ise sperm ile babadan alınır.

### Erkek Üreme Sisteminde Hormonal Kontrolü

- Erkek üreme sistemi ve spermatogenez olaylarının kontrolü hipotalamus, hipofiz bezi ve testislerden salgılanan hormonlar ile ve geri bildirim mekanizması ile düzenlenir.
- Hipotalamustan salgılanan GnRH hipofiz ön lobundan FSH ve LH salınımını uyarır.
  - LH testislerdeki Leydig hücrelerini uyararak bu hücrelerden testosteron ve diğer androjenlerin salgılanmasını uyarır.
  - Testosteron seminifer tüpçüklere geçer ve spermatogenezi hızlandırır.
  - FSH seminifer tüpçüklerdeki sertoli hücrelerini uyarır. Sertoli hücreleri spermleri besler. Ayrıca testosteronun seminifer tüpçüklere geçmesi için gerekli maddeleri salgılar.
- Testislerde spermatogenez arttığında iki negatif geri bildirim mekanizması devreye girer.
- Kandaki testosteron miktarı artışı hipotalamus ve hipofiz ön lobu üzerinde negatif etki yapar.
  - Hipotalamustan salgılanan GnRH'ın azalması hipofizden salgılanan FSH ve LH miktarının da azalmasına neden olur.
  - Testislerden salgılanan testosteron azalır, sperm üretimi yavaşlar (Birinci negatif geri bildirim mekanizması).
- Artan spermatogenez sertoli hücrelerinin **inhibin** salgılamasını uyarır.
  - Kandaki inhibin miktarı artışı hipofiz ön lobunu etkileyerek FSH salınımını azaltır (İkinci negatif geri bildirim mekanizması).




**Erkek üreme sisteminin hormonal kontrolü**

**NOT**

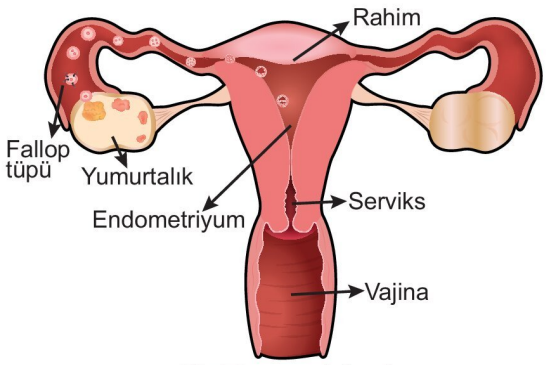
Testosteron ikincil eşey karakterlerinin oluşumunu ve korunmasını da sağlar. Bu hormon hücrelerde protein sentezini ve hücre bölünmelerini hızlandırır. Üreme sisteminin gelişmesini ve büyümesini sağlar. Kemik büyümesini, kas gelişimini, sakal ve bıyık oluşumunu, sesin kalınlaşmasını etkiler.

**Shorts 16**

**Her iki testisi alınan bir bireyin, kanında testesteron tespit edilmesinin sebebi ne olabilir?**

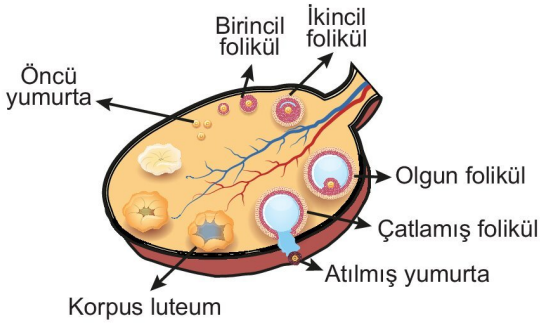
### Dişi Üreme Sistemi

- Dişi üreme sistemi; ovaryumlar (yumurtalıklar), yumurta kanalları (fallop tüpleri, oviduktlar), rahim (uterus, döl yatağı), rahim ağzı (serviks) ve vajinadan oluşur.




**Dişi üreme sistemi**

- Dişi üreme sistemi yumurta oluşumu, döllenme embriyo gelişimi ve eşey hormonlarının üretimi fonksiyonlarına sahiptir.
- **Yumurtalıklar**, karın boşluğunun altında, rahmin sağ ve sol tarafında bulunur. Ligamentlerle rahme bağlanır.
  - Yumurtalıklarda çok sayıda folikül vardır. Her folikül yumurtayı oluşturacak bir hücre ve onu saran destek hücrelerden oluşur.




**Yumurtalığın yapısı**

  - Destek hücreleri yumurtayı korur ve besler.
  - Foliküller östrojen de salgılar.

3D YAYINLARI

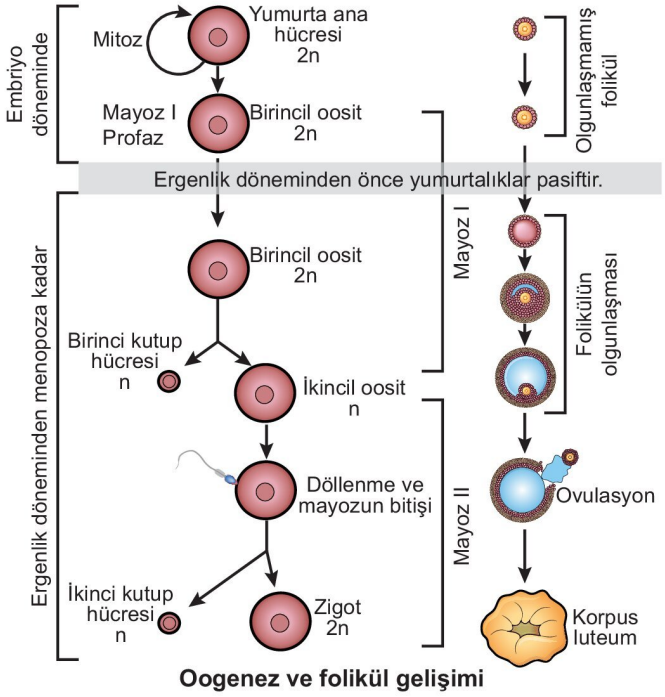
- **Fallop tüpleri** yumurtalıklar ile rahim arasında bulunur.
  - Rahme doğru uzanan kısmı dar olan bu tüplerin yumurtalığa doğru uzanan kısmı genişleyip huni şeklini alır ve karın boşluğuna açılır.
  - Fallop tüplerinin içi silli epitel hücrelerinden ve bunların arasına yerleşmiş salgı hücrelerinden oluşur.
  - Fallop tüpüne geçen yumurta silli epitel hücrelerinin ve düz kasların yardımı ile rahme doğru ilerler.
  - Döllenme ve zigot oluşumu ile zigotun ilk hücre bölünmeleri fallop tüpünde gerçekleşir.
- **Rahim** karın boşluğunun altında ve idrar kesesinin arkasında bulunur. İçi boşluklu, esnek, kaslı ve kalın duvara sahip bir organdır.
  - Döllenmenin olması durumunda embriyo gelişimi rahimde gerçekleşir.
  - Rahmin içini örten, epitel hücrelerinden oluşan, kılcal damarlar bakımından zengin olan tabakaya **endometriyum** denir.
  - Rahmin daralarak vajinaya açıldığı kısmına **serviks** denir.
- **Vajina** dişi üreme sisteminin dışarı açılan kısmı olup kaslı ve esnek yapıya sahiptir.
  - Döllenmemiş yumurta ve doku atıkları vajinadan atılır.
  - Çiftleşme sırasında spermler vajinaya bırakılır.
  - Gebelik varsa bebeğin doğum kanalı olarak da vajina görev yapar.

**NOT**

Vajinanın üretra ile bağlantısı yoktur.

## Oogenez

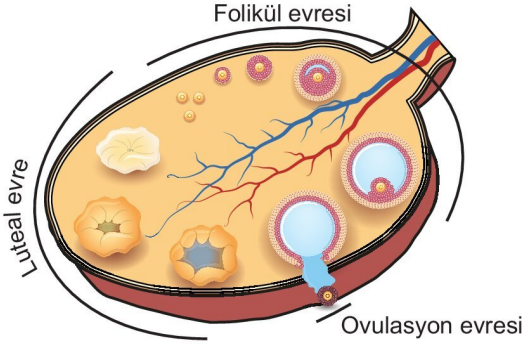
- Ovaryumlardaki **oogonyumların** (yumurta ana hücreleri) mayoz ile yumurtayı oluşturmasına **oogenez** denir.
- Oogenez embriyonik dönemde başlar ancak yumurta gelişimi eşeysel olgunlukta tamamlanır.
- Embriyonik gelişimin birinci ayında yumurta taslağına göç eden hücrelerin farklılaşmasıyla oogonyumlar oluşur.
  - Oogonyumlar mitozla çok sayıda hücre oluşturur.
  - Embriyonik gelişimin üçüncü ayından itibaren oogonyumlar mayozun profaz I evresine girerler ve bu şekilde kalırlar.
  - Profaz I evresinde bekleyen bu hücrelere **birincil oosit** denir. Oositler folikül hücreleri ile çevrilidir.
  - Ergenlik döneminde hipotalamustan salgılanan GnRH etkisiyle hipofiz ön lobundan FSH salgılanır.
  - FSH foliküllerin büyümesini uyarır. Her ay genellikle bir folikül büyür ve gelişir.
  - Foliküllerdeki birincil oosit büyür, gelişir ve mayoz I'ini tamamlayarak farklı büyüklükteki iki hücreyi oluşturur. Bu hücrelerden büyük olanına **ikincil oosit**, çok küçük ve işlevsiz olanına ise **birinci kutup hücresi** denir. Birinci kutup hücresi zamanla kaybolur.
  - İkincil oosit mayoz II'ye başlayıp metafaz II evresine kadar gelir ve bölünme durdurulur.
  - İkincil oosit foliküllerin yırtılması ile fallop tüpüne geçer. Eğer döllenirse mayoz II'yi tamamlar. Mayoz II sonucu oluşan bol sitoplazmalı hücreye **yumurta hücresi**, az sitoplazmalı hücreye ise **ikinci kutup hücresi** denir. İşlevsiz olan ikinci kutup hücresi de zamanla kaybolur.
  - Spermle döllenen yumurta hücresi zigotu oluşturur.




**Oogenez ve folikül gelişimi**

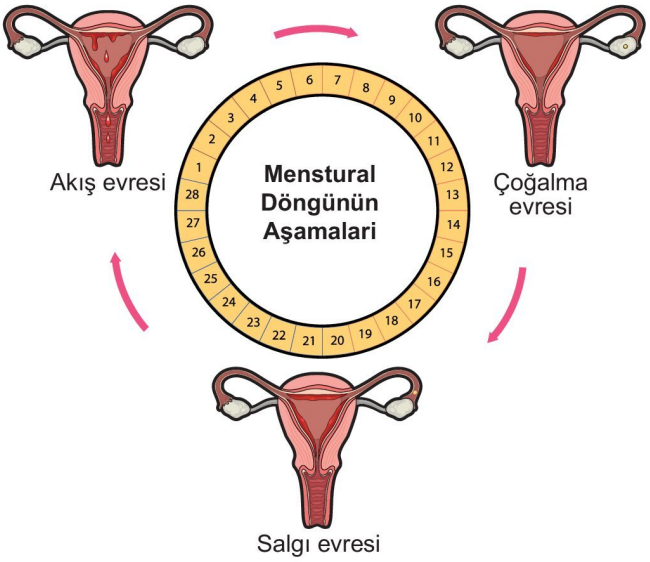
## Menstrual Döngü

- Ergenlik döneminden itibaren yumurta oluşumu ve dişi bireyin vücudunun hamileliğe hazırlanması için gerçekleşen periyodik döngüye **menstrual döngü** denir.
- Bu döngü hipotalamus, hipofiz ve ovaryum hormonları ile düzenlenir.
- Üreme döngüsü de denilen bu döngü **ovaryum döngüsü** ve **menstrual döngü** olmak üzere ilişkili ve eş zamanlı iki döngüden oluşur.
- Ovaryum döngüsü yumurtalıklardaki değişimleri içerir ve folikül evresi, ovulasyon evresi ve luteal evreden oluşur.

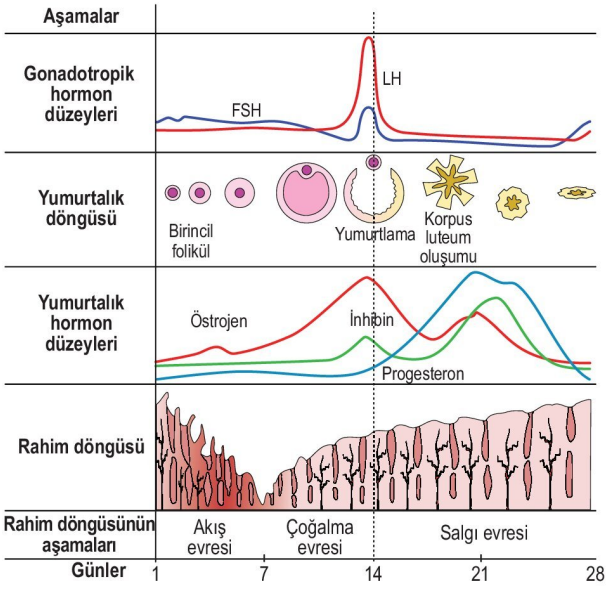



**Ovaryumdaki değişimler**

➜ Menstrual döngü ise rahimdeki değişimleri içerir ve menstrüasyon akış evresi, çoğalma evresi ve salgı evresinden oluşur.

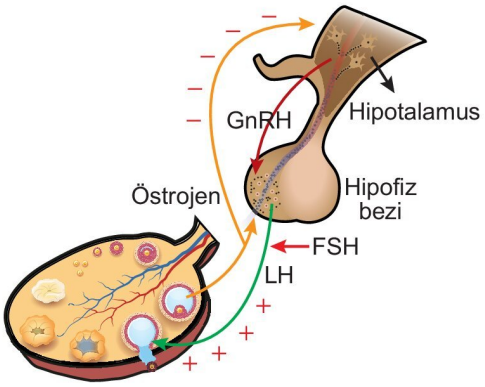



➜ Üreme döngüsü hipotalamustan salgılanan GnRH'ın hipofiz ön lobunu uyarmasıyla başlar. Hipofizden az miktarda FSH ve LH salgılanır.

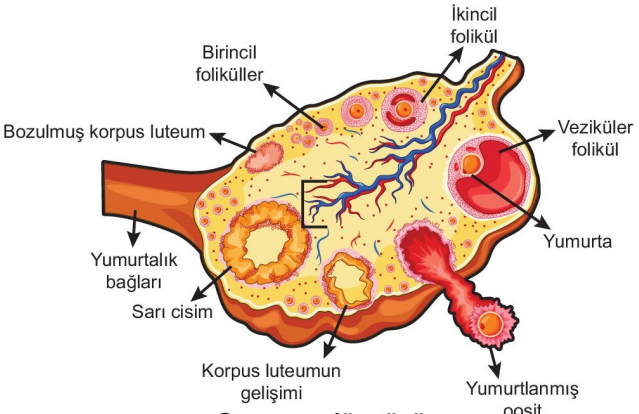



- FSH ve LH yumurtalıklardaki folikülün büyümesini uyarır. **Folikül evresi** adı verilen bu evrede folikül hücre bölünmesi ile büyümeye başlar.
- Büyüyen foliküldeki birincil oosit foliküllerden salgılanan besinler, büyüme faktörleri ve hormonların etkisi ile büyüyüp mayoz I'i tamamlar ve ikincil oositi oluşturur.
- Büyüyen foliküllerden östrojen salgılanır. Östrojen rahmi uyararak endometriyumun mitozunu hızlandırır. Östrojen arttıkça endometriyum kalınlığı da artar. Menstrual döngünün bu evresi **çoğalma evresi** olup bu evrede rahim duvarı embriyo için hazır hale gelmeye başlar.

- Büyüyen folikülden salgılanan östrojen artar ve östrojen hipotalamus ile hipofizi pozitif geri bildirim ile uyarır. GnRH, FSH ve LH artar. Bu artış folikülleri olgunlaştırır. Folikül içindeki sıvı dolu boşluk genişler. En çok büyüyen folikül ovaryum yüzeyine yaklaşır ve burada şişkinlik oluşturur.




- Artan östrojen FSH'a göre LH artışını daha fazla uyarır. LH artışı üst seviyeye ulaştığında ovaryum yüzeyindeki folikül yıtılır ve ikincil oosit etrafını saran bir miktar folikül hücresi ile fallop tüpüne geçer. Bu olaya **ovulasyon** denir. Ovulasyon ortalama 28 günde bir gerçekleşen üreme döngüsünün 14. gününde gerçekleşir.




**Ovaryum döngüsü**

- Ovulasyondan sonraki bir gün içinde ikincil oosit döllenme özelliğini kaybeder.
- Ovulasyondan sonraki ovaryum döngüsü evresi luteal evredir (korpus luteum evresi).
- Ovulasyondan sonra ovaryumdaki folikül parçaları LH etkisi ile korpus luteuma dönüşür. Korpus luteum iki hafta kadar varlığını sürdürerek progesteron ve östrojen salgılar.
- Artan östrojen ve progesteron hipotalamusun GnRH ve hipofizin FSH ve LH salgılamasını baskılar (negatif geri bildirim). Bu baskı etkisi ile ovaryumda yeni bir folikül gelişimi engellenir.
- Korpus luteumdan salgılanan bir diğer hormon ise **inhibin**dir. Bu hormon da hipofiz bezi üzerinde negatif geri bildirim etkisine sahiptir. Bu etki daha çok FSH, az miktarda da LH üzerinedir.

3D YAYINLARI

- Korpus luteumdan salgılanan progesteron ve östrojen rahim duvarının gelişimini sağlar. Folikül evresinde östrojen etkisi ile kalınlaşan endometriyum bu evrede de progesteron ve östrojen etkisi ile kalınlaşmaya devam eder ve süngerimsi bir yapı kazanır. Endometriyumdaki kılcallar genişler, gelen kan miktarı artar. Salgı yapan bezler büyür ve salgıları artar. Bu menstrual döngü evresine **salgı evresi** denir.
- Eğer döllenme gerçekleşirse endometriyuma yerleşen embriyo **hCG hormonunu** salgılar. Bu hormon LH etkisi gösterdiğinden korpus luteumun devamlılığını sağlar. Korpus luteumdan östrojen ve progesteron salgısı devam eder. Endometriyum tabakası da gelişmeye devam eder.

**NOT**

hCG sedece gebelik durumunda kanda bulunduğu için gebelik testlerinde hCG'ye bakılır.

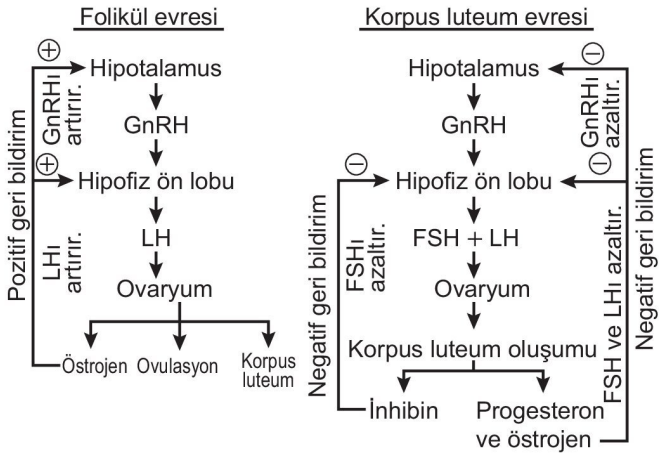
- Döllenme olmazsa korpus luteum evresinin sonlarına doğru düşük FSH ve LH etkisi ile korpus luteum bozulur. Kandaki progesteron ve östrojen miktarı azalır. Bu durumda hipotalamus ve hipofiz üzerindeki negatif etki ortadan kalkar. GnRH, FSH ve LH'in kandaki artışı ile yeri bir döngü başlar.
- Progesteron ve östrojendeki ani düşüş endometriyumdaki kan damarlarının daralmasına ve buraya kan akışının azalmasına neden olur. Besin ve oksijen azlığı etkisi ile endometriyum dokusu parçalanır. Parçalanmış dokular, salgılar ve kan vajinadan atılır. Bu evreye **menstrual akış evresi** denir.

**NOT**

Menstrüasyon olayının birinci günü yeni bir üreme döngüsünün başlangıcıdır.

### Dişi Üreme Hormonal Kontrolü

- Dişi üreme sisteminin hormonal kontrolü hipotalamus, hipofiz ve ovaryum hormonları arasındaki geri bildirim mekanizması ile düzenlenir. Bu düzenleme ergenlikten menapoza kadar olan süreçte gerçekleşir.
- Folikül hücrelerindeki FSH ve LH reseptörleri sayesinde östrojen salınımı uyarılır. Östrojen FSH üzerine azaltıcı, LH üzerine ise bazen artırıcı bazen de azaltıcı etki yapar.
- Folikül evresinde kandaki östrojen miktarı hafif artar. Az miktardaki östrojen hipofizin FSH ve LH salgısı üzerinde engelleyici etkiye sahiptir. Folikül evresinin sonlarına doğru östrojen miktarındaki artış LH'yi artırır (pozitif geri bildirim). Hipotalamustan salgılanan GnRH'ın artması ile hipofizden salgılanan FSH artar. LH maksimum seviyeye ulaşır ve ovulasyon gerçekleşir.
- Korpus luteum evresinde buradan salgılanan yüksek miktardaki progesteron, östrojen ve inhibin hipotalamus ve hipofiz üzerine baskıcı etki yapar. Yüksek miktardaki progesteron LH'ı azaltırken inhibinin etkisini güçlendirir. İnhibin hipofizi negatif geri bildirim ile etkiler ve FSH salınımını baskılar.
- Korpus luteum bozulduğunda hipotalamus ve hipofiz üzerindeki baskıcı etki ortadan kalkar.



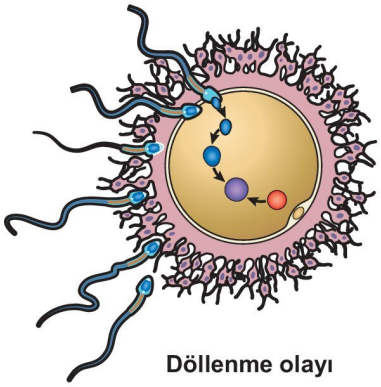

**Dişi üreme sisteminin hormonal kontrolü**

**Shorts 17**

**Erkek ve dişi üreme sisteminde geri bildirim mekanizmaları nelerdir?**

### Döllenme

- İkicil oosit ile spermin çekirdeğinin kaynaşmasına **döllenme** denir.
- İkincil oositin salgıladığı kimyasallar spermleri ikincil oosite çeker.
- Sperm ikincil oositi çevreleyen ve farklılaşmış folikül hücrelerinden oluşan **zona pellusida** adı verilen jel yapıya temas eder.
- Zona pellusidanın içinde sperm için reseptör görevi yapan proteinler vardır. Bu moleküller spermin zona pellusidadan geçmesini kolaylaştırır.
- Spemin akrozomundan salgılanan enzimler zona pellusidayı eriterek bir açıklık oluşturur.
- Bu açıklıkta sperm zarı yumurta zarı ile kaynaşır.
- Bu kaynaşmadan sonra sperm çekirdeği ve sentrozomu yumurtaya aktarılır.
- Metafaz II evresinde bekleyen ikincil oosit uyarılır ve mayozunu tamamlar.
- Oluşan yumurta çekirdeği ile sperm çekirdeği kaynaşır ve **zigot** oluşur.
- Zigot hızla mitoza başlar, çok hücreli bir yapıya dönüşür ve rahim duvarına gömülür, hamilelik başlar.



**Döllenme olayı**

3D YAYINLARI

**NOT**

Yumurta ve sperm zarı kaynaştıktan sonra ikincil oositteki enzimler zona pellusidayı sertleştirerek diğer spermlerin girişini engeller.

**NOT**

Zona pellusida türe özgü olup sperm sadece kendi türüne ve çok yakın türlere ait yumurtayı dölleyebilir.

➜ Çiftlerin biyolojik nedenlerle çocuk sahibi olamamasına **kısırlık** denir.

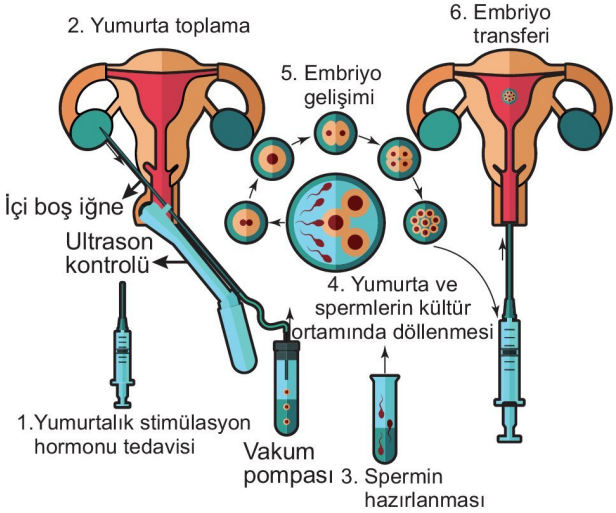
- Sperm azlığı,
- spermlerin hareket yeteneğinin az olması,
- yumurta gelişiminin ve ovulasyonun düzenlenememesi,
- fallop tüplerindeki tıkanıklık

gibi sorunlar kısırlığa neden olabilir.

Günümüzde birçok çift **yardımcı üreme teknolojileri (ART)** ile çocuk sahibi olabilmektedir. Bu tekniklerden en önemlisi **in vitro fertilizasyon (IVF)** yöntemidir.

IVF yönteminde;

- Anneye yumurta gelişimini uyaran ilaçlar verilerek çok sayıda yumurta üretmesi sağlanır.
- Yumurtalar cerrahi yöntemle alınır.
- Erkekten alınan spermlerin yumurtaları laboratuvar ortamında döllemesi sağlanır.
- Elde edilen zigotlar birkaç gün gelişmeye bırakılır.
- Yaklaşık 4-8 hücreli embriyolar anne rahmine enjekte edilir. Bu süreçte anneye de hormon tedavisi uygulanır ve uterus embriyo için hazır hale getirilir.




**IVF yöntemi ile kısırlık tedavisi**

**NOT**

Spermlerin yumurtayı dölleme şansını arttıran IVF tekniklerinden biri olan **intrasitoplazmik sperm enjeksiyonunda (ICSI)** spermatit veya spermin baş kısmı mikro bir iğne ile çekilir ve oositin içine enjekte edilir.

**NOT**

Nakil yapılmayan embriyolar ileride kullanılmak için uygun ortamda dondurulabilir.

**NOT**

Embriyonun rahme tutunması için zona pellusidanın yırtılması gerekir. Tutunmayı kolaylaştırmak için lazerle zona pellusidada delikler açılması yöntemine **yardımla yuvalama** denir.

**NOT**

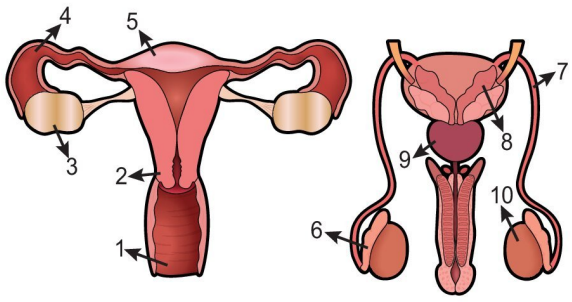
IVF yönteminde embriyonun rahme tutunma şansını artırmak için **blastosist transferi** de yapılabilir. Bu yöntemde embriyo büyük bir hücre kümesi halinde olduğu için rahme tutunması daha kolay olur.

**NOT**

Frengi, bel soğukluğu, AIDS, hepatit B ve hepatit C, genital herpes, genital organ siğilleri cinsel yolla bulaşan hastalıklardan en önemlileridir.

**ETKİNLİK 1**

Aşağıdaki görsellerde dişi ve erkek üreme sisteminin kısımları numaralarla gösterilmiştir.



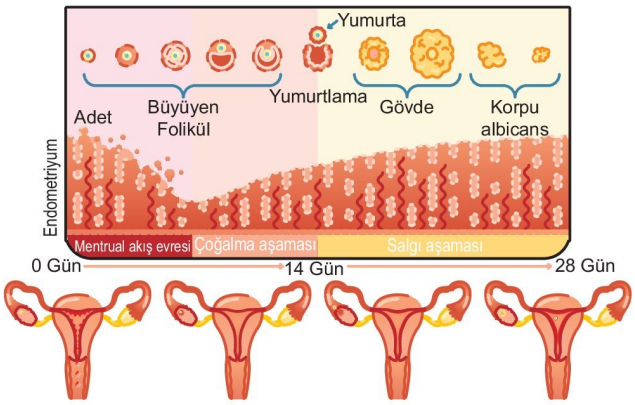

**Buna göre, aşağıda verilen özelliklere sahip olan yapıların numaralarını karşısındaki kutucuğa yazınız.**

| | |
|---|---|
| Spermatogenez olayı gerçekleşir. | ☐ |
| Spermler hareket yeteneği kazanır. | ☐ |
| Spermleri üretraya taşır. | ☐ |
| Spermler ile idrarın farklı zamanlarda atılmasını kontrol eder. | ☐ |
| Seminal sıvıyı salgılar. | ☐ |
| Östrojen ve progesteron salgılar. | ☐ |
| İkincil oosit mayozunu tamamlar. | ☐ |
| Döllenme gerçekleşir. | ☐ |
| Embriyo gelişimini tamamlar. | ☐ |
| Menstrüal döngüde parçalanır. | ☐ |

3D YAYINLARI

## ETKİNLİK 2

Aşağıdaki şekilde menstrüal döngü ve bu döngü sırasında endometriyum kalınlığında gerçekleşen değişimler verilmiştir.




**Buna göre;**

kandaki progesteron ve östrojen seviyesinin azalmasına bağlı olarak gerçekleşen evre: ____

14. gün kandaki miktarı maksimuma ulaşan hipofiz hormonu: ____

korpus luteumdan salgılanan hormonlar: ____

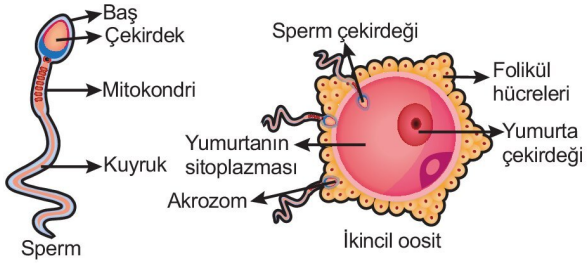
folikül büyümesinin gerçekleştiği evre: ____

endometriyum kalınlığının maksimuma ulaştığı evre ____

**hangileridir, karşısına yazınız.**

## ETKİNLİK 3

Aşağıdaki görselde dişi ve erkek üreme hücreleri ile döllenme olayı gösterilmiştir.




**Verilen hücreler ve döllenme olayı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden doğru olanlarının karşısına "D", yanlış olanlarının karşısına "Y" yazınız.**

Sperm küçük ve hareketli, ikincil oosit büyük ve hareketsizdir. ____

Spermin baş kısmındaki akrozom enzimleri ikincil oositin plazma zarını delerek spermin bir bütün olarak yumurtaya girmesini sağlar. ____

Döllenmeye hazır haldeki ikincil oosit mayoz bölünmesini tamamlamış durumdadır. ____

İkincil oosit birden fazla sperm tarafından döllenirse çok sayıda zigot ve embriyo oluşur. ____

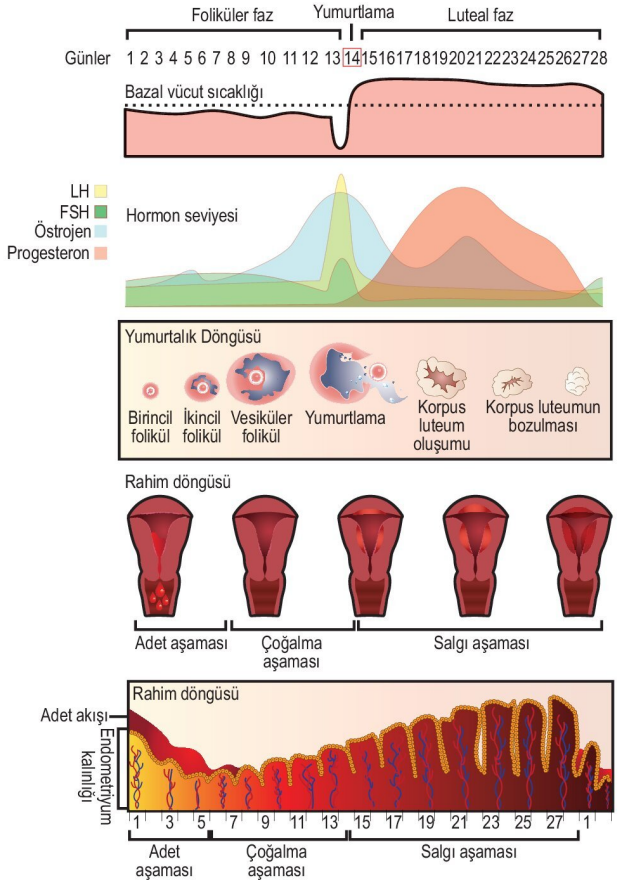
Spermin hareketi için gerekli enerjiyi üreten mitokondriler spermin baş kısmında yoğunlaşmıştır. ____

Döllenme olayı dişi vücudunda yumurtalıkta gerçekleşir. ____

Zigot oluşumu ve embriyo gelişimi uterusta başlar. ____

## BECERİ TEMELLİ SORU 1

Aşağıdaki grafikler sağlıklı bir kadında menstrual döngü sırasında gerçekleşen vücut sıcaklığı, ovaryum, uterus dokusu ve hormonal değişimleri göstermektedir.




**Buna göre,**

I. Ovulasyon sonrası vücut sıcaklığında bir miktar yükselme gerçekleşebilir.

II. Kandaki östrojen derişiminin maksimuma ulaştığı anda endometriyum kalınlığı maksimumdur.

III. Korpus luteumun bozulması kandaki progesteron ve östrojen miktarının azalmasına, bu durum da endometriyum dokusunun parçalanmasına neden olur.

IV. Menstruasyon evresinde hipofiz bezinden FSH ve LH salgılanması baskılandığı için ovaryumda folikül gelişimi durur.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

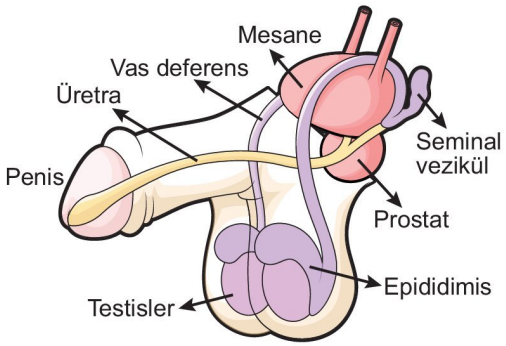
A) I ve III B) II ve IV C) I, II ve III

D) I, III ve IV E) II, III ve IV

3D YAYINLARI

## BECERİ TEMELLİ SORU 2

Aşağıdaki görselde erkek üreme sistemi ve oluşan spermlerin izlediği yol verilmiştir.




**Buna göre erkek üreme sistemi için,**

I. Spermatogenez ile testislerde oluşan sperm hücreleri epididimise geçerek olgunlaşır ve hareket etme yeteneği kazanır.

II. Spermler vas deferens ile mesaneye taşınır.

III. Prostat spermlerin ve idrarın üretraya geçişini kontrol eder.

IV. Üretra spermlerin ve idrarın vücut dışına atılmasını sağlar.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) I ve II B) III ve IV C) I, III ve IV

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

## BİRE BİR ÖSYM 1

**Sağlıklı bir kadının üreme döngüsünün ovulasyon evresi ile ilgili;**

I. LH etkisiyle folikül zarı yırtılır.

II. İkincil oosit fallop tüpüne atılır.

III. Döllenme olasılığının en düşük olduğu evredir.

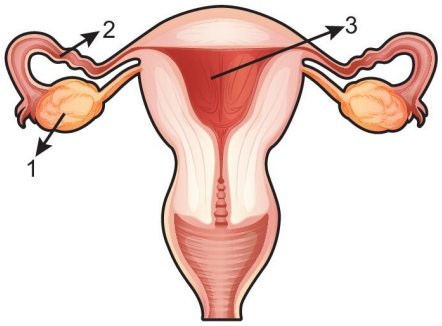
**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 2

Aşağıdaki şekilde dişi üreme sisteminin kısımlarından bazıları numaralandırılmıştır.




**Buna göre,**

I. Oogonyumlar mayozunu 1 numaralı kısımda tamamlar.

II. 2 numaralı kısım ikincil oositin döllenerek yumurtayı ve yumurtanın da zigotu oluşturduğu kısımdır.

III. Döllenme ile oluşan zigot 3 numaralı kısmında ilk bölünmelerine başlar.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 3

**Sağlıklı bir erkeğin üreme sisteminin kısımları ve görevleri ile ilgili aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Yardımcı bezlerin tümü ürettikleri seminal sıvıyı üretraya boşaltır.

B) Spermler seminifer tüpçüklerde mayozla oluşur.

C) Spermlerin olgunlaşıp hareket etme yeteneği kazandığı kısım epididimistir.

D) Seminifer tüpçüklerde bulunan sertoli hücreleri spermleri korur ve besler.

E) Seminifer tüpçüklerin aralarındaki bağ dokuda bulunan Leydig hücreleri kana testosteron ve diğer androjenleri salgıladığından endokrin niteliğe sahiptir.

3D YAYINLARI

## İnsanda Embriyonik Gelişim Süreci

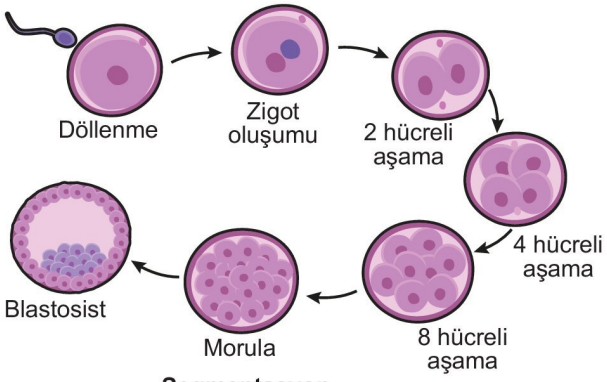
- Embriyonik gelişim süreci fallop tüpünde zigot oluşumu ile başlar, büyüme ve gelişme olayları ile yeni bir birey oluşur.
- Mitoz ile hücre sayısı artışı **büyümeyi**, doku ve organların oluşması ve olgunlaşması **gelişmeyi** ifade eder.
- Zigot önce embriyoyu, ilerleyen farklılaşma sürecinin ardından fetüsü oluşturur.
- Zigotun büyüme ve gelişme sürecinde sırasıyla;
  - segmentasyon,
  - gastrulasyon,
  - organogenez

  olayları gerçekleşir.

## Segmentasyon

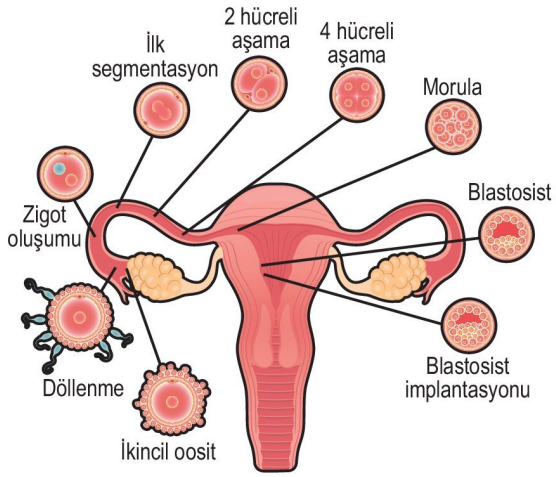
- Fallop tüpünde oluşan zigotun ardışık hızlı mitoz bölünmelerine **segmentasyon** denir.
- Segmentasyon sırasında hücre büyümesi gerçekleşmeden zigot giderek küçülen hücrelere bölünür.
- Bu evrede hücre sayısı artar ancak toplam hacim değişmez.
- Segmentasyonda hücrelerin DNA'sındaki genlerin tamamı aktiftir.
- Segmentasyon sırasında hücreler besin kaynağı olarak kendi sitoplazmalarını kullanır.
- Segmentasyon sonucu oluşan hücrelerden her birine **blastomer** adı verilir.
- Blastomerlerdeki toplam madde miktarı zigottakinden daha azdır.
- Blastomerler bölünerek aynı büyüklükte ve kalıtsal yapıda olan dut görünümlü hücre topluluğunu oluşturur. Bu yapıya **morula** denir. Zona pellusida ile örtülü olan morullanın boyutu zigotla aynıdır.
- Morula oluşumundan sonra bölünmeye devam eden hücreler kenarlara doğru göç eder ve içi boş bir top şeklini alır. Bu yapıya **blastula** içindeki sıvı dolu boşluğa ise **blastula boşluğu (blastosöl)** denir. Blastula aşamasındaki hücre kitlesine **blastosist** adını alır.
- Blastosist hücrelerinden bir kısmı blastosöle toplanıp **iç hücre kitlesini** oluşturur. İç hücre kitlesi zamanla embriyoya dönüşür. Henüz hücrelerinde genetik farklılaşma olmayan bu hücreler **embriyonik kök hücreler** olarak kullanılabilir.

- Blastosist rahime ulaşarak sonraki 1-2 gün içinde endometriyuma tutunur.




**Segmentasyon**

- Blastosistin endometriyuma tutunup gömülmesine **implantasyon** denir.




- İmplantasyon sırasında zona pellusida erir, blastosisti çevreleyen hücreler endometriyuma temas ederek enzim salgılar. Bu salgılar blastosistin endometriyuma gömülmesini kolaylaştırır.
- Blastosisti çevreleyen hücreler ayrıca endometriyuma doğru villuslar oluşturarak embriyonun besin alımında görev yapar.
- Embriyoyu oluşturacak olan iç hücre kitlesindeki hücrelerin bir kısmı embriyonun etrafındaki ekstra embriyonik zarları oluşturur.

### Embriyonik zarlar

- **Koriyon zarı**
  Embriyonun gaz alışverişini gerçekleştirir. Zamanla plasenanın yapısına katılır.
- **Amniyon zarı**
  Embriyoyu dıştan sarar. İçi amniyon sıvısı ile doludur. Bu sıvı embriyoyu mekanik etkilere karşı korur.
- **Allantoyis**
  Göbek kordonunun yapısına katılır, kordondaki kan damarlarını oluşturur.
- **Vitellus kesesi**
  Erken embriyonik dönemde kan hücrelerini üretir. Vitellus kesesinde üretilen kan hücreleri ilerleyen süreçte embriyonun içine göç eder ve uygun yerlere taşınır.

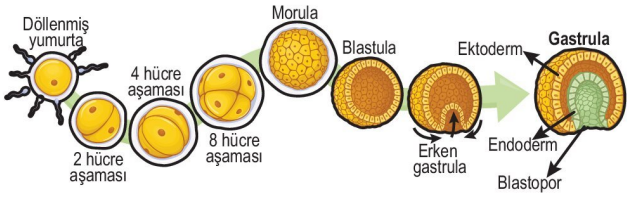
3D YAYINLARI

**Shorts 18**

**Tüp bebek yöntemiyle çocuk sahibi olma nasıl gerçekleşir?**

## Gastrulasyon

- İmplantasyondan sonra başlar.
- Bu evrede yoğun hücre göçleri ile embriyo üç tabakalı yapıya dönüşür.




- Embriyonik tabakalar dıştan içe doğru ektoderm, mezoderm ve endodermdir. Bu tabakaların etkileşimi ile doku ve organlar oluşur.

## Organogenez

- Gastrulasyondan sonra başlar.
- Embriyonik tabakaların etkileşimi ile doku ve organlar gelişir.
- Doku ve organların oluşumunda hücrelerin gen aktivitesi değişimleri, hücre göçleri, hücreler arası etkileşim ve kümelenme ile programlanmış hücre ölümleri (apoptozis) etkilidir.

**NOT**

Embriyonik gelişim sırasında ilk farklılaşan yapılan beyin ve sinir sistemidir.

**NOT**

Endometriyuma tutunan embriyo 4-5 hafta boyunca endometriyumdaki kılcallardan beslenir. Daha sonra ise plasentadan besin ve oksijen sağlar, atıklarını da plasenta yardımıyla uzaklaştırır.

## Plasenta

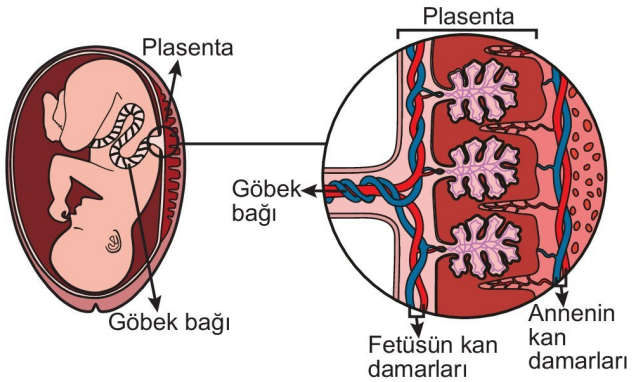
- Blastosistin dış tabakasının dışa doğru büyüyüp endometriyumla birleşmsi sonucu oluşan yapıya **plasenta** denir.
- Plasenta hem anneye hem de embriyoya ait kan damarlarını içeren disk şeklindeki bir yapıdır.
- Dıştan içe doğru koryon ve amniyon zarlarından oluşur. Bu zarların arasındaki iki atardamar ve bir toplardamar **göbek kordonunu** oluşturur.
- Göbek kordonundaki kan embriyonun kanıdır.
- Göbek kordonu plasenta ile bebek arasındaki madde alışverişini sağlayan damarları korur.
- Annenin atardamarıyla gelen kan plasentadaki kan gölcüklerine dolar. Bu kanda bulunan besin, $O_2$, su, mineral, vitamin ve antikor gibi maddeler göbek kordonundaki toplardamar ile embriyoya iletilir.
- Embriyoya ait kılcallar ve villuslar, plasentanın anne tarafına doğru uzantılar yapar.
- Plasentada madde alışverişi fetüse ait kılcal damarlar ile anneye ait kan arasında difüzyon, aktif taşıma ve seçici emilimle gerçekleşir.
- Embriyonun oluşturduğu $CO_2$, $NH_3$ gibi atıklar göbek kordonundaki atardamar ile plasentaya, buradan da anne kanına geçer.
- Anne kanı toplardamar ile plasentadan ayrılır.

**NOT**

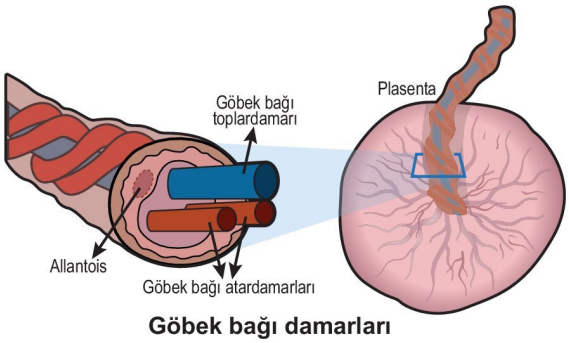
Göbek kordonundaki atardamarlar kirli, toplardamar ise temiz kan bulundurur.

**NOT**

Embriyonun solunum sistemi, sindirim sistemi ve boşaltım sistemi aktif görev yapmaz.



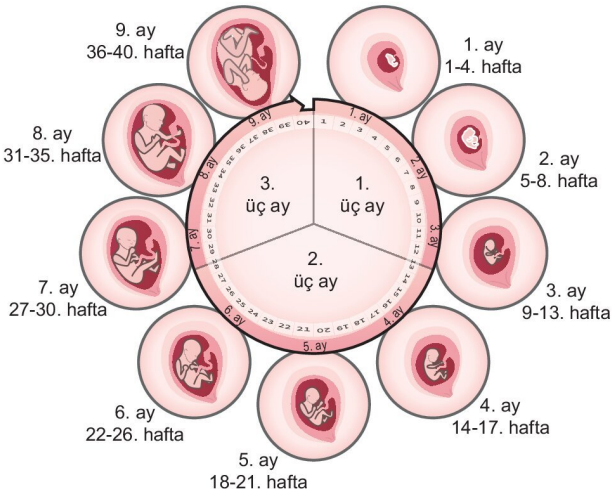

**Plasenta ve göbek bağının yapısı**




**Göbek bağı damarları**

**İnsan embriyosunun gelişimi üçer aylık dönemlere ayrılır;**

Hamilelik ayları ve haftaları tablosu



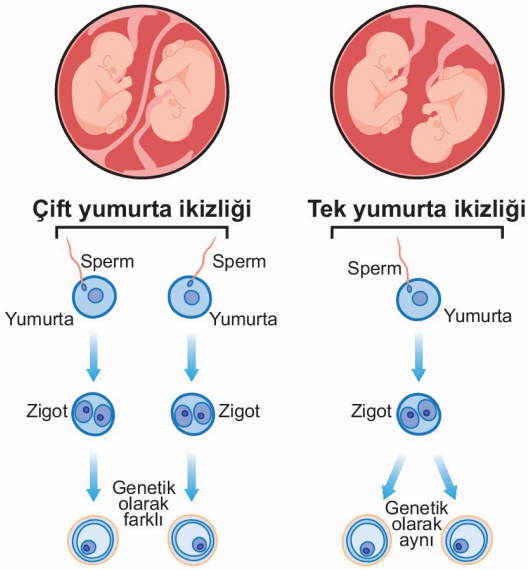

- Embriyo gelişiminin en hızlı olduğu evre ilk üç aylık dönemdir.
  - 8. hafta sonunda tüm organlar gelişmeye başlar ve embriyo **fetüs** adını alır. Bu evreye **fetal evre** de denir.
  - Embriyoyu kuşatan sıvı dolu keseye **amniyon** denir.
  - Fetal evrede göbek kordonu ve plasenta oluşur.
  - Dördüncü haftadan itibaren kalp atmaya başlar.
  - Embriyonun beyni ve omuriliği şekillenmeye başlar.
  - Fetüsün organları, kasları ve kaburgaları belirginleşir.
  - Kol ve bacak çıkıntılarında, el, ayak ve parmakları oluşur.
  - Fetüs farklılaşmasını tamamlar.
  - Fetüs yaklaşık 5 cm boya ulaşır.
  - Bu dönemde fetüs mikroorganizmalara, radyasyona ve kimyasallara karşı oldukça hassastır.
- İkinci üç aylık evrede,
  - büyüme ve gelişme devam eder.
  - fetüsün kaşları ve kirpikleri oluşur,
  - kemik ve dişler oluşmaya başlar,
  - fetüs yaklaşık 30 cm boya ulaşır.
- Üçüncü üç aylık evrede;
  - dolaşım ve solunum sistemi gelişir,
  - kasları gelişir,
  - fetüs yaklaşık 50 cm boya ve 3 kg ağırlığa ulaşır.
- Üçüncü üç aylık evrenin sonunda;
  - fetüsün başı rahim ağzına yerleşir,
  - hipofizden salgılanan oksitosin etkisi ile rahim kasılmaları başlar,
  - doğum başlar.
- Doğumdan sonra progesteron ve östrojen azalır ve rahim eski boyutuna dönmeye başlar.
- Artan LTH etkisi ile süt salgılanması artar ve oksitosin artışı ile de süt kanallara verilir.

**MERAKLISINA**

**Çoğul gebellikler:**

**Tek yumurta ikizliği:** Embriyonun erken gelişim evrelerinde, farklı aşamalarda hücrelerin birbirinden ayrılarak iki embriyoyu oluşturmasıdır. Gelişen iki embriyonun tüm genetik özellikleri ve cinsiyetleri aynı olur.

**Çift yumurta ikizliği:** Annede iki farklı ikincil oositin gelişmesi ve yumurta kanalına bırakılması sonucu iki oositin ayrı ayrı döllenmesi ile iki farklı zigot oluşabilir. Bu zigotların gelişimi ile de çift yumurta ikizleri oluşur. Çift yumurta ikizleri sadece kardeş benzerliği gösterir.




**NOT**

Gebelik sırasında annenin alkol, sigara ve uyuşturucu maddeleri kullanması, doktor gözetimi dışında antibiyotik kullanması, X ışınlarına ve radyasyona maruz kalması ve folik asit yetersizliği bebeğin gelişimini olumsuz etkiler. Folik asit bebeğin beyin ve sinir sistemi gelişimi üzerinde önemli etkiye sahiptir.

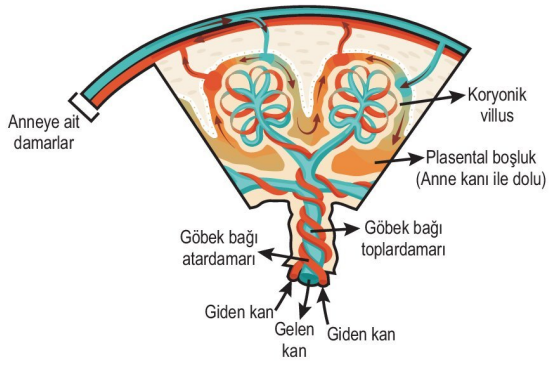
## ETKİNLİK 4

**İnsan embriyosunun büyüme ve gelişme süreci ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden doğru olanların karşısına "D", yanlış olanların karşısına "Y" yazınız.**

- Zigotun mitozla morulayı oluşturma süreci olan segmentasyon dişi üreme sisteminde, fallop tüpünde gerçekleşir. ☐
- Embriyoda hücresel farklılaşma ve organ oluşum süreci annenin yumurtalıklarında tamamlanır. ☐
- Gastrulasyonda üç tabakalı embriyo oluşur. ☐
- Segmentasyon sürecinde embriyonun hücre sayısı ve ağırlığı sürekli artar. ☐
- Embriyoda ilk gelişen ve şekillenen yapılar beyin ve omuriliktir. ☐

## ETKİNLİK 5

Aşağıdaki şekilde plasentanın anatomik yapısı gösterilmiştir.




**Görselde verilen yapılar ve madde alışverişi ile ilgili doğru olan ifadelerin karşısındaki kutucuğu " ✔" işareti kullanarak işaretleyiniz.**

- Plasentada anneye ait kan ile fetüse ait kan, kan gölcüklerinde karışarak madde alışverişi yapar. ☐
- Fetüse gelen toplardamar temiz kan, fetüsten ayrılan atardamarlar kirli kan bulundurur. ☐
- Plasental boşluklardan bebeğe ait kılcallara madde geçişi sadece ekzositoz ile olur. ☐
- Plasentanın tek görevi madde alışverişidir. ☐

## ETKİNLİK 6

**İnsan embriyosunun gelişim sürecinde görülen;**

I. segmentasyon ile morula oluşumu,

II. blastosist gelişimi,

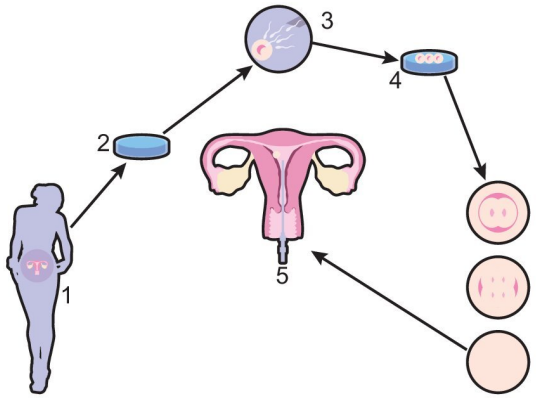
III. implantasyon,

IV. doku ve organ oluşumu

**olaylarının gerçekleşme sırasını belirleyiniz.**

## BECERİ TEMELLİ SORU 3

Aşağıdaki görselde kısırlık tedavisinde kullanılan IVF yönteminin aşamaları numaralandırılarak verilmiştir.




**Buna göre IVF yöntemi ve numaralandırılmış olaylar ile ilgili seçeneklerdeki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) 1. aşamada annede yumurta gelişimini uyaran ilaçlar verilerek çok sayıda yumurta üretmesi sağlanır.

B) 2. aşamada yumurtalar anneden cerrahi yöntemler ile alınabilir.

C) 3. aşamada spermler kültür ortamında yumurtayı döller.

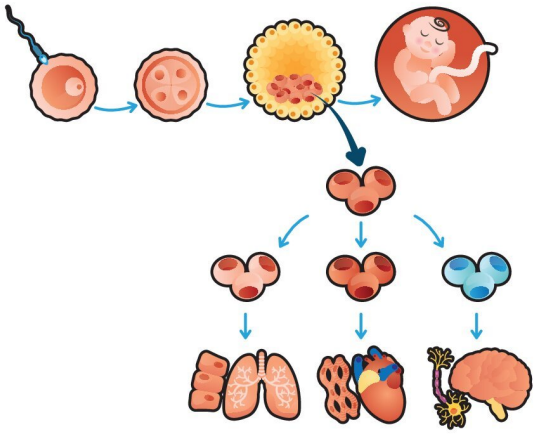
D) 4. aşamada zigotların laboratuvarda birkaç gün gelişmesi sağlanır.

E) 5. aşamada embriyolar, annede mestruasyon kanamasının bittiği ilk gün anne rahmine enjekte edilir.

3D YAYINLARI

## BECERİ TEMELLİ SORU 4

Aşağıdaki görselde blastosistten alınan embriyonik kök hücrelerin hücre kültüründe diğer doku ve organ hücrelerine farklılaşması gösterilmiştir.



**Buna göre, kök hücreler ile farklılaşmaları sonucu oluşan doku hücrelerinin;**

I. sitoplazma miktarları,

II. çekirdek DNA'sı nükleotit dizilimleri,

III. organel sayıları ve organel çeşitleri

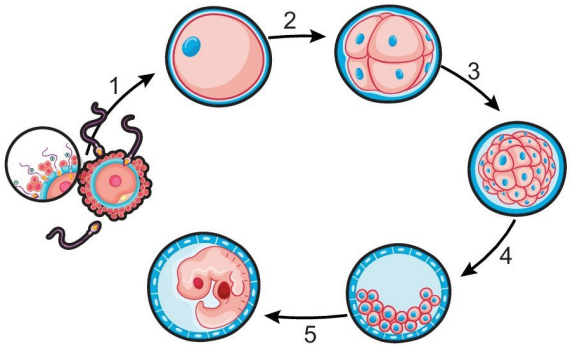
**verilen özelliklerinden hangileri farklılık gösterebilir?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 4

Aşağıdaki görselde insanda zigot oluşumu ve gelişimi sırasında gerçekleşen bazı olaylar verilmiştir.



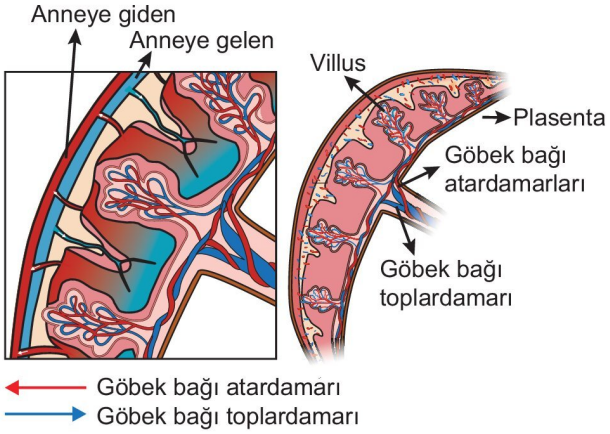

**Buna göre,numaralandırılmış olaylardan hangileri implantasyondan sonra gerçekleşir?**

A) Yalnız 5 B) 4 ve 5 C) 1, 2 ve 3

D) 1, 4 ve 5 E) 2, 3, 4 ve 5

## BİRE BİR ÖSYM 5

Aşağıdaki şekilde anne ile bebek arasında oluşan plasentanın ve göbek bağının yapısı gösterilmiştir.




**Buna göre,**

I. Göbek bağı atardamarlarındaki kan anneye, göbek bağı toplardamarındaki kan embriyoya aittir.

II. Plasenta implantasyon anından itibaren anne ile embriyo arasındaki madde alışverişinde görev yapar.

III. Göbek kordonu embriyonun plesenta ile bağlantısını sağlar.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

| BİRE BİR ÖSYM SORULARI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. C | 2. B | 3. A | 4. A | 5. D | |
| **BECERİ TEMELLİ SORULAR** | | | | | |
| 1. B | 2. C | 3. E | 4. C | | |

3D YAYINLARI

**1. Erkek üreme sisteminde;**

I. spermatogenez ile spermlerin oluşması,

II. testosteron hormonunun salgılanması,

III. seminal sıvının üretilmesi,

IV. spermlerin hareket yeteneği kazanması

**olaylarından hangileri testislerde gerçekleşir?**

A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve III

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

**2. Erkek üreme sisteminde oluşan sağlıklı olgun bir sperm hücresi ile ilgili,**

I. Haploittir.

II. Baş kısmında yumurtaya girişini sağlayan enzimleri içeren kesecik olan akrozom bulunur.

III. Orta kısmında çok sayıda mitokondri vardır.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**3. Erkek üreme sistemindeki olayların düzenlenmesinde görev yapan;**

I. FSH,

II. LH,

III. inhibin,

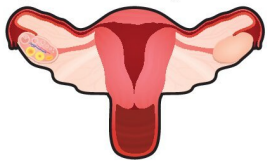
IV. testosteron

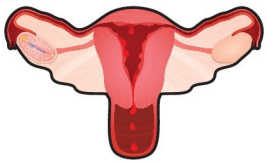
**hormonlarından hangileri testislerden salgılanır?**

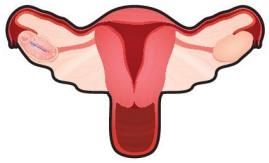
A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve III

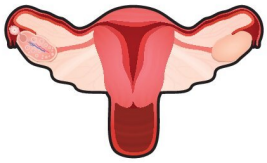
D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

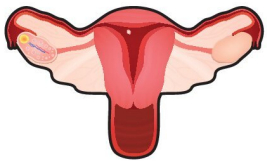
**4. Aşağıdakilerden hangisinde verilen görsel menstrual döngünün ovulasyon evresini göstermektedir?**

A) 

B) 

C) 

D) 

E) 

**5. Sağlıklı bir kadında hipofiz bezinden salgılanan LH miktarının maksimuma ulaştığı andan sonra, menstrual döngünün tamamlanması için;**

I. FSH etkisi ile foliküllerin gelişmesi,

II. korpus luteumdan salgılanan progesteron miktarının artması,

III. ovulasyon ile ikincil oositin fallopi tüpüne geçmesi,

IV. korpus luteumun bozulması

**olaylarından hangilerinin gerçekleşmesi gerekir?**

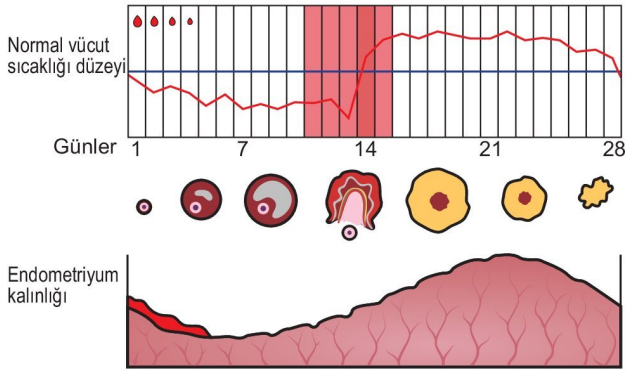
A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve III

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

3D YAYINLARI

1.A 2.E 3.B 4.D 5.D 6.E 7.E 8.B 9.B

**6.** Aşağıdaki şekilde sağlıklı bir kadında menstrual döngü sırasında ovaryumdaki, endometriyum kalınlığındaki ve vücut sıcaklığındaki değişimler gösterilmiştir.




**Buna göre,**

I. Menstrual döngünün ilk günlerinde endometriyum kalınlığının azalmasının nedeni menstrüasyon kanamasının devam etmesidir.

II. İkincil oositin yumurta kanalına geçmesinden sonra vücut sıcaklığı normalin üzerine çıkar.

III. Korpus luteumdan salgılanan hormonlar endometriyum dokusunda mitoz bölünme hızının artışını sağlayabilir.

**yorumlardan hangileri yapılabilir?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

**7.** **Semen sıvısı ile ilgili,**

I. Spermleri dişi üreme sisteminin asidik ortamından korur.

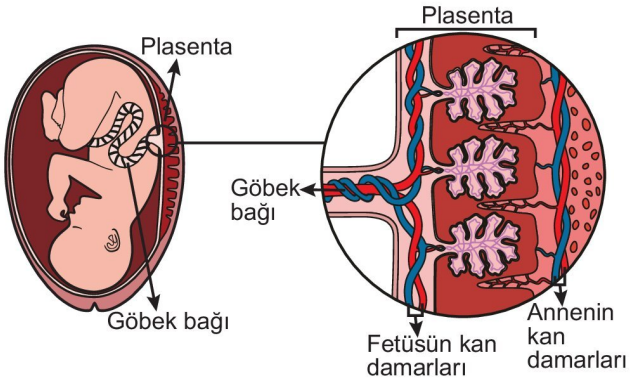
II. Seminal sıvı ve spermleri içerir.

III. Üretra ile dışarı atılır.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

**8.** Aşağıdaki görselde plasenta ve göbek kordonunun yapısı verilmiştir.




**Plasenta ve göbek kordonu ile ilgili,**

I. Göbek kordonundaki kan fetüse aittir.

II. Plasenta anne kanındaki besin, oksijen ve antikorların fetüse ait kılcallara, fetüsün kanında bulunan atıkların anne kanına geçmesini sağlar.

III. Plasenta canlı bir yapı olmadığından madde alışverişini sadece difüzyonla gerçekleştirebilir.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

**9.** **Embriyonik gelişimin segmentasyon süreci dişi üreme sisteminin hangi kısmında başlar?**

A) Ovanyum B) Fallop tüpü C) Uterus
D) Serviks E) Vajina

3D YAYINLARI

**1. Hamilelik sırasında embriyoda değişimlerin en hızlı olduğu, beyin ve omuriliğin şekillenmeye başladığı evre aşağıdakilerden hangisidir?**

A) İlk üç aylık dönem B) İkinci üç aylık dönem

C) Gastrula evresi D) Blastula evresi

E) Morula evresi

**2. Erkek üreme sisteminde oluşan spermlerin olgunlaşıp hareket etme yeteneği kazandığı kısım aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Testisler B) Epididimis

C) Vas deferens D) Prostat

E) Üretra

**3. Hamile bir kadının kanında bulunan hCG hormonu ile ilgili;**

I. Embriyodan salgılanır.

II. Gebeliğin göstergesi olarak kabul edilebilir.

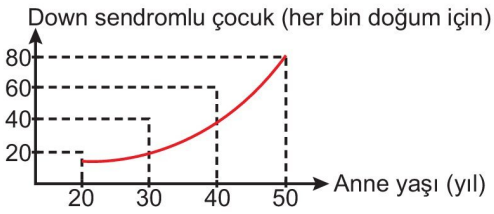
III. Korpus luteumun bozulmasını önleyerek korpus luteumdan östrojen ve progesteron salınımını bir süre daha devam ettirir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**4.** Aşağıdaki grafik anne yaşı ile çocuğunda Down sendromu görülme sıklığı arasındaki ilişkiyi göstermektedir.




**Grafiğe göre,**

I. 20 yaşındaki hamile bir kadının bebeğinin Down sendromlu olma olasılığı yaklaşık %10'dur.

II. 40 yaşındaki sağlıklı bir kadının yumurtalıklarında oogenez ile oluşan oositte kromozom sayısı anomalisi görülme olasılığı, 30 yaşındaki sağlıklı bir kadında oogenez ile oluşan oositte kromozom sayısı anomalisi görülme olasılığından fazladır.

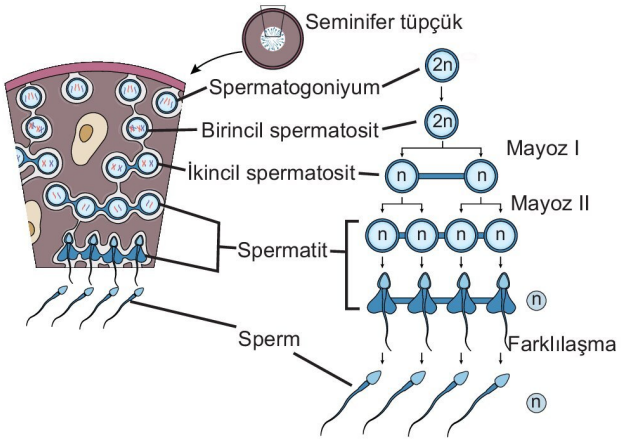
III. 50 yaşındaki sağlıklı bir kadının üreme sisteminde ikincil oosit oluşumu ve döllenme olaylarının gerçekleşmesi mümkün değildir.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

**5.** Aşağıdaki şekilde spermatogenez olayı verilmiştir.




**Bu olay ile ilgili,**

I. Seminifer tüpçüklerde gerçekleşir.

II. Embriyonik dönemde başlar ancak ergenlikte tamamlanır.

III. Oluşan hücreler epididimiste olgunlaşır.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

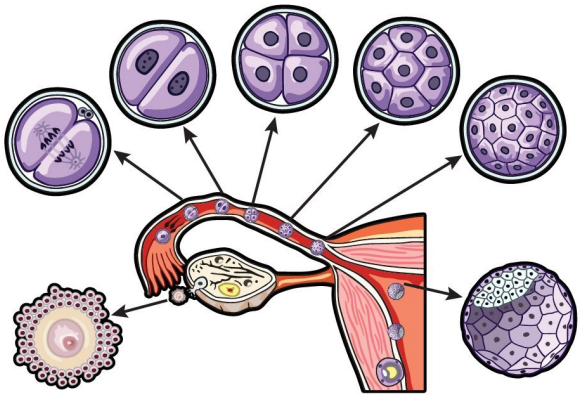
A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

1.A 2.B 3.E 4.D 5.C 6.E 7.E 8.B 9.B 10.B

**6.** Aşağıdaki görselde insanda döllenme ve embriyonik gelişimin ilk haftasında gerçekleşen olaylar gösterilmiştir.



**Buna göre verilen süreçte gerçekleşen olaylar ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) Ovulasyon ile fallopi tüpüne geçen ikincil oositte henüz mayoz bölünme tamamlanmamıştır.

B) Döllenme fallopi tüpünde gerçekleşir.

C) Segmentasyon sırasında hücre sayısı artarken her bir hücrenin büyüklüğü azalır.

D) Blastosist uterusa tutunarak gelişimine uterusta devam eder.

E) Fallop tüpünde embriyonik tabakalarının oluşumu ile organogenez başlar.

**7.** **Sağlıklı bir erkekte spermatogenez sonucu oluşan hücreler ile sağlıklı bir kadında oogenez sonucu oluşan hücrelerin;**

I. sitoplazma miktarı,

II. hareket yeteneği,

III. organel sayısı

**özelliklerinden hangileri farklılık gösterir?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

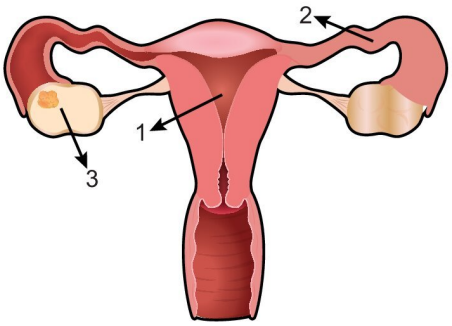
D) II ve III E) I, II ve III

**8.** **Embriyonik gelişim sürecinin tamamlanmasının ardından doğum sancısının oluşumunu sağlayan hormon aşağıdakilerden hangisidir?**

A) LTH B) Oksitosin C) hCG

D) Progesteron E) Östrojen

**9.** Aşağıdaki görselde dişi üreme organın kısımları numaralandırılarak verilmiştir.




**Buna göre, oositlerin oluştuğu (a), döllenmenin gerçekleştiği (b) ve embriyonun gelişiminin tamamlandığı (c) bölümler hangi seçenekte verilmiştir?**

| | a | b | c |
|---|---|---|---|
| A) | 1 | 2 | 3 |
| B) | 3 | 2 | 1 |
| C) | 2 | 1 | 3 |
| D) | 1 | 3 | 2 |
| E) | 3 | 1 | 2 |

**10.** **Embriyonik gelişimle ilgili,**

I. Segmentasyonda hücreler büyümeden bölünür.

II. Zigot oluşumu rahimde gerçekleşir.

III. Embriyonun rahime tutunması için progesteron hormonu miktarının yüksek olması gerekir.

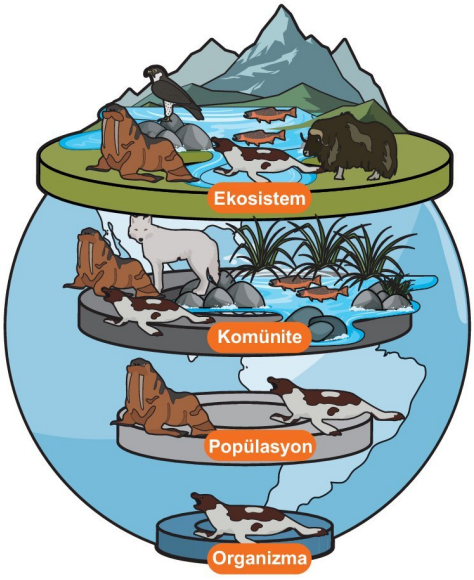
**ifadelerinden hangileri yanlıştır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

3D YAYINLARI

## Komünitenin Yapısına Etki Eden Faktörler




**Ekosistem:** Belirli bir bölgede yaşayan canlılar ve bu canlıların etkileşimde bulunduğu fiziksel faktörlerdir. Örneğin çöller, resifler, ormanlar ve kutuplar.

**Komünite:** Belirli çevresel koşullara sahip bir bölgede, birbirleriyle etkileşim halinde olan farklı canlı türlerinin oluşturduğu biyolojik yapıdır. Kısacası ekosistemin canlı bölümüdür. Örneğin kutuplarda yaşayan canlılar.

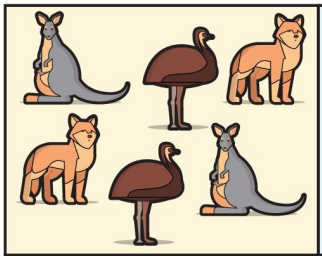
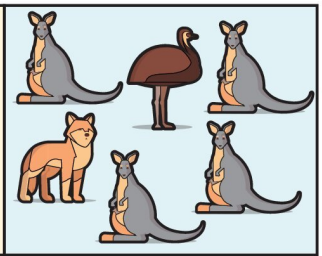
**Popülasyon:** Belirli bir bölgede yaşayan aynı tür canlıların oluşturduğu yapıdır. Örneğin kutuplarda yaşayan Artrik foklar.

- Belirli bir alandaki komüniteler komşu olabilir, kesişebilir veya birbirini kapsayabilir.
- Komünitedeki canlılar arasında beslenme ilişkileri, rekabet, simbiyotik ilişki gibi etkileşimler görülebilir.
- Komünitelerin yapısını;
  - içerdiği tür çeşitliliği,
  - canlıların beslenme ilişkileri,
  - simbiyotik etkileşimler

  belirler.

**Tür çeşitliliği:** Komüniteyi oluşturan farklı türlerin zenginliğidir. Tür çeşitliliğini av-avcı ilişkileri, rekabetler, ışık, nem, sıcaklık ve yağış gibi faktörler etkiler.

- Komünitelerde tür çeşitliliği ölçülürken komünitenin içerdiği tür zenginliği ve türün birey sayılarının komünitedeki oranı dikkate alınır. Aynı tür çeşitlerine sahip komünitelerin tür zenginliği aynıdır. Ancak türlerin komünitedeki oranları birbirine yakınsa, o komünitede her tür göze çarpacağı için tür zenginliği, oranları çok farklı olan ve bazı türlerde yığılmanın görüldüğü komünitelere göre daha fazladır.

| 1. komünite | 2. komünite |
|---|---|
|  |  |
| Kanguru: %34<br>Tilki: %33<br>Devekuşu: %33 | Kanguru: %65<br>Tilki: %15<br>Devekuşu: %20 |

- 1. ve 2. komünitelerin tür zenginliği aynıdır. Ancak 1. komünitenin çeşitliliği daha fazladır.

**Biyolojik çeşitlilik:** Tür çeşitliliği ve bu türlerin sahip olduğu gen çeşitliliğini ifade eder.

**Habitat:** Bir popülasyonun veya organizmanın doğal olarak yaşayıp ürediği ve yerleştiği alandır.

- Karasal ekosistemlerde komüniteler, küresel iklim modellerinden dolayı enleme bağlı olarak dağılım gösterir.
- Ekvatordan kutuplara doğru,
  - değişen enlemlerde güneş ışınlarının yeryüzüne geliş açısı değişir,
  - gece - gündüz zaman farklılığı, iklim ve sıcaklık değişir.

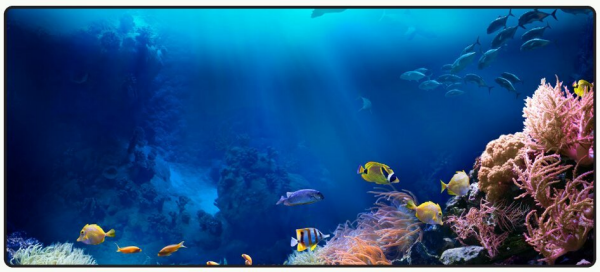
**NOT**

Ekvator kuşağındaki ormanlarda tür çeşitliliği fazla olup kutuplara doğru gidildikçe tür çeşitliliği azalır.

- Sucul ekosistemlerde güneş ışığının kolay ulaşabildiği yerlerde tür çeşitliliği fazladır.

**NOT**

Resifler, uygun sıcaklık değerleri, uygun derinlikleri ve alglerin bolluğu nedeniyle canlı çeşitliliği bakımından çok zengindir.



**Mercan resifleri**

**Ekolojik tolerans:** Bir canlının zarar görmeden yaşayabildiği çevresel faktörlerin en az ve en çok değerleri arasıdır.

**Gösterge tür:** Ekolojik toleransı düşük olduğu için çevresel değişimlerden en kolay etkilenen türlerdir. Alabalıklar bol oksijenli ve soğuk sularda yaşadıkları için su komünitesindeki alabalık sayısının artması veya azalması suyun sıcaklığı ve oksijen miktarı hakkında fikir verir.

3D YAYINLARI

**Baskın (dominant) tür:** Komünitede sayıca fazla olan, özellikleri ve faaliyetleri ile dikkat çeken ve en yüksek biyokütleye sahip olan türdür. Karasal komünitelerde genellikle baskın türler bitkilerdir. Su komünitelerinde baskın tür her zaman belirlenemeyebilir.

- Baskın türler komünitedeki sınırlı kaynakları kullanma açısından diğer türlere göre daha başarılıdır.
- Baskın türlerin avlanma başarısı ve hastalıklara direnci daha fazladır.
- Baskın türlerin komüniteden uzaklaşması,
  - bazı türlerin birey sayısının artmasına,
  - bazı türlerin birey sayısının azalmasına,
  - bazı türlerin yok olmasına,
  - başka bir türün baskın hale gelmesine

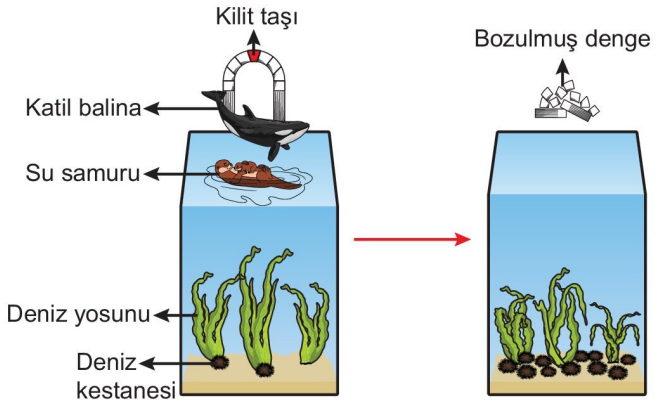
  neden olabilir.

**Kilit taşı tür:** Sayısal üstünlükleri olmasa da ekolojik etkisi bakımından komünitenin devamlılığını sağlayan, komünitenin yapısını kuvvetli bir şekilde kontrol eden türlerdir.

- Kilit taşı türler yok olursa,
  - komünitenin yapısı bozulur,
  - ekosistem işlevini yitirir.
- Kuzey Pasifik kıyı ekosisteminde su samurları, Yellowstone Ulusal Parkı'nda kurtlar, Afrika savanasında filler ve bazı sulak alan komünitelerinde kunduzlar kilit taşı türdür.

**NOT**

Kilit taşı türlere bu ismin verilme nedeni bu türlerin taş kemerli köprüde, ortada bulunup diğer taşları bir arada tutan önemli parçaya benzetilmesidir. Eğer bu taş çıkarılırsa denge bozulur ve köprü yıkılır.




**MERAKLISINA**

Bir deniz yıldızı türü olan *Pisaster ochroceus*, yaşadığı su altı ekosisteminde midyeler ile beslenir. Bu deniz yıldızı türünün sayısı azalırsa midyeler kontrolsüz bir şekilde artarak birçok canlının yaşam alanına yayılır ve biyoçeşitliliği azaltır.

**İstilacı tür:** Bir ekosistemin doğal çeşitliliği içinde olmayan, bu bölgeye farklı yollarla gelerek yerli türleri baskılayan, o bölgede çevresel ve ekonomik zararlara neden olan türlerdir.

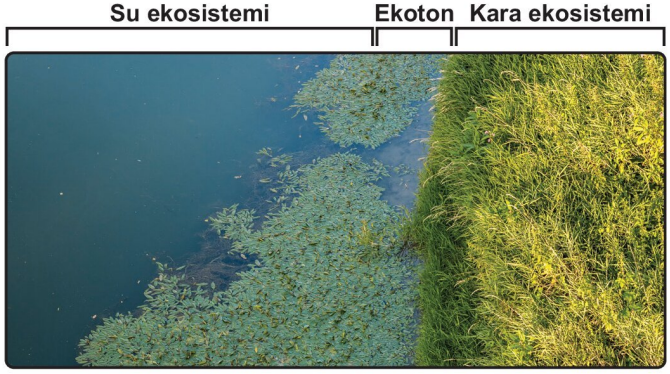
- İstilacı türlerin geldikleri bölgede doğal düşmanlarının olmaması, hızlı üremelerine ve komünitenin yapısının bozulmasına neden olabilir.
- Tür çeşitliliğinin fazla olduğu komüniteler istilacı türlere karşı daha dirençlidir. Çünkü komünitedeki her canlı türü daha fazla kaynak kullanarak istilacı türlere kalan kaynakları azaltır.

**MERAKLISINA**

Akdeniz sularına yayılmış katil yosunlar, balon balıkları, Karadeniz kıyılarına kadar yayılan deniz anaları istilacı türdür.

**Ekoton:** Komünitelerin sınırlarının birbiri ile iç içe girecek şekilde oluşturdukları geçiş bölgeleridir.

- Ekotonlarda yaşayan türlerin ekolojik toleransı yüksektir.
- Canlıların yayılış alanı dar olduğu için ekotonda madde ve enerji rekabeti fazladır.
- Karasal ve sulak alanlar arasındaki bataklıklar, ormanlar ile otluklar arasındaki geçiş bölgesi ekotondur.




**NOT**

Tatlı ve tuzlu su komünitelerinin karşılaştığı ekotonların tür çeşitliliği azdır.

- Komünitelerdeki canlılar birbirleriyle sürekli etkileşim halinde olup üreticiler, canlıların ihtiyacı olan enerjinin karşılanacağı besini sentezler. Bir trofik düzeyden sonrakine madde ve enerji aktarımı gerçekleşir. Aktarılan enerjinin çoğu ısı şeklinde açığa çıkar. Bir trofik düzeyden sonrakine enerjinin yalnızca %10'u canlıların kullanabileceği şekilde aktarılır.
- Komünitedeki türler arasında farklı etkileşimler görülebilir.

| Etkileşim çeşidi | Gösterim | Etki durumu |
|---|---|---|
| Rekabet | –, – | Her iki tür de zarar görür. |
| Av-avcı | +, – | Biri fayda sağlar, diğeri zarar görür. |
| Parazitizm | +, – | Biri fayda sağlar, diğeri zarar görür. |
| Amensalizm | –, 0 | Biri zarar görür, diğeri etkilenmez. |
| Kommensalizm | +, 0 | Biri fayda sağlar, diğeri etkilenmez. |
| Mutualizm | +, + | Her iki tür de fayda sağlar. |
| Alelopati | +, – | Biri yarar görürken diğeri zarar görür. |

3D YAYINLARI

**Shorts 19**

**Allelopati ile amensalizm arasındaki fark nedir?**

## Rekabet

- Aynı türden veya farklı türlerden olan canlıların belirli bir yaşam kaynağına ulaşmak için verdikleri mücadeleye **rekabet** denir.
- Canlılar arasında rekabetin görülmesi için bu canlıların habitatlarının aynı olması ve benzer ekolojik nişlere sahip olmaları gerekir.

**Ekolojik niş:** Canlıların büyümek, üremek, beslenmek ve yaşamlarını devam ettirmek için kurdukları ilişkileri ve ekolojik görevleridir. Ekolojik niş kavramı canlının yaşamsal faaliyetlerini yürütmesi sırasında ortamdaki biyotik ve abiyotik kaynaklar nasıl kullanıldığını, değiştirdiğini ve uyumunu da içerir.

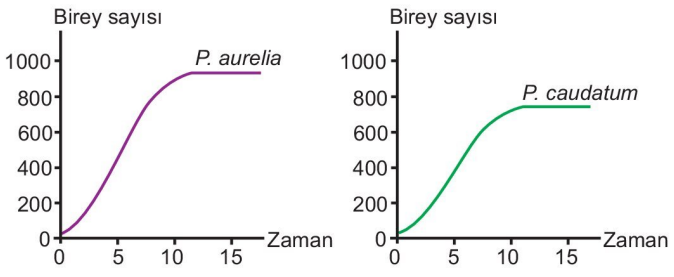
- Bir türün bireyleri arasındaki rekabete **tür içi rekabet** denir. Aynı tür bireyler;
  - besin,
  - barınak,saklanma,
  - eş seçimi

  için rekabet edebilirler.
- Popülasyon yoğunluğunun artması tür içi rekabetin artmasına neden olur.
- Rekabet, birey başına düşen kaynak alımını, hastalıklara ve avcılara karşı dayanıklılığı, büyüme ve gelişme oranını azaltır.
- Farklı türlere ait bireylerin, sınırlı miktardaki aynı kaynağı kullanması sonucu ortaya çıkan rekabete **türler arası rekabet** denir.
- Farklı tür canlılar;
  - su, minarel ve besin kaynakları,
  - alan,
  - ışık

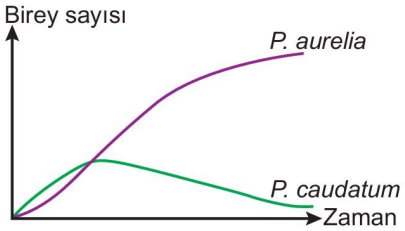
  için rekabet edebilirler.
- Tür içi ve türler arası rekabette sınırlı kaynaklara erişimin engellenmesi ve kaynak paylaşımı olmak üzere iki temel mekanizma vardır.

**Gaus'un paramesyum türleri ile yaptığı deneyler:**

- Gaus *Paramecium aurelia* ve *Paramecium caudatum* türlerini sabit koşullarda bir miktar besinle her gün kültür ortamında besleyerek ayrı ayrı büyümeye bıraktığında birey sayılarındaki değişimlerin aşağıdaki gibi olduğunu gözlemlemiştir.



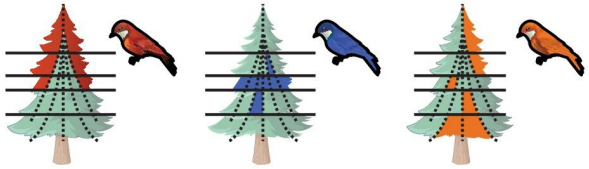

- *Paramecium aurelia* ve *Paramecium caudatum* türlerin aynı sayıda bireyi aynı kültür ortamında büyümeye bıraktığında ise bu türlerin birey sayılarının aşağıdaki gibi olduğunu gözlemlemiştir.




**Sonuç:** *P. aurelia*'nın besin elde etme gücü daha fazla olduğundan *P. aurelia* yaşımını sürdürmüş, *P. caudatum* ise elenmiştir.

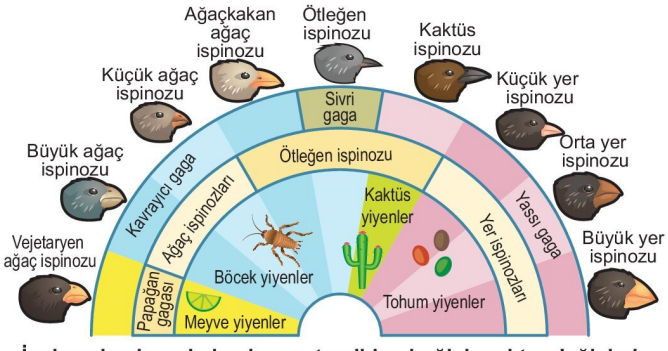
- Sınırlı miktarda aynı kaynak için rekabet eden iki türden birinin elenmesine **rekabette elenme** denir.

- Aynı habitatta yaşayan ve aynı tip besinlerle beslenen canlılardan birinin diğerinin besine ulaşmasını engellemesine ise **rekabette engelleme** adı verilir.
- Ekolojik nişleri benzer olan türlerde zamanda ekolojik nişler farklılaşabilir ve bu türler komünitede birlikte varlık gösterebilir.
  - Aynı kaynakları kullanan türlerden birinin doğal seçilim yoluyla kaynak kullanım şeklinin değişmesine **kaynak paylaşımı** denir. Bir ağacın üzerinde yaşayan ve farklı alanlarına yerleşip farklı besinleri kullanan kuşlardaki durum kaynak paylaşımına örnektir.



**Kaynak paylaşımı**

- Ekolojik nişlerde meydana gelen değişimlerin canlıların davranışlarında ve morfolojik yapılarında değişimlere neden olmasına **karakter değişimi** denir.




**İspinoz kuşlarında beslenme tercihine bağlı karakter değişimi**

## Av-Avcı İlişkisi

- Beslenme rekabetinde besin olan canlıya **av**, beslenen canlıya **avcı** denir.
- Bu ilişki av için – (zarar), avcı için + (yarar) ilişkisidir.
- Avcılar genellikle, gelişmiş duyu organları, pençe, diş, zehir gibi özelliklere sahiptir.
- Avlar genellikle kamuflaj, uçma, grup oluşturma davranışlarına sahiptir.

3D YAYINLARI

**Kelebeklerde kamuflaj**

- Hem av hem de avcı türlerde mimikri adı verilen taklit davranışı görülebilir. Bir türün başka bir türün koku, görünüş, ses gibi özelliklerini taklit etmesine **mimikri** denir. Aynı ortamda yaşayan zehirsiz bazı yılan türlerinin zehirli mercan yılanlarındaki renklenmeyi taklit etmesi, bazı kelebeklerin kanatlarının üzerinde yırtıcı hayvanların gözlerini andıran desenlerin olması, mimikriye örnektir.

**Bir kelebek türünde mimikri**

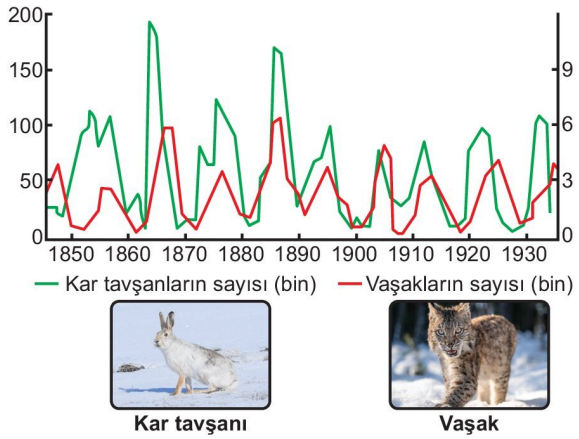
**Shorts 20**

**Bates ve Müller mimikrisi nedir ?**

**MERAKLISINA**

Bitkiler ile bitkilerle beslenen otçul hayvanlar arasındaki ilişki de av-avcı ilişkisi kabul edilebilir. Bitkiler toksinler salgılayarak, diken, iğne gibi yapılar bulundurarak avcılarından korunabilir.

- Av-avcı ilişkisinde avcı türün birey sayısının artması av olan türün birey sayısının azalmasına neden olur. Avcı türün besininin azalması rekabeti ve ölümleri artırabilir, göçe neden olabilir. Sonuçta avcı türün birey sayısı azalır.
- Av-avcı ilişkisi grafiğinde birbirine izleyen inişler ve çıkışlar vardır.






**Kar tavşanı**



**Vaşak**

## Komünitede Türler Arasında Simbiyotik İlişkiler

- Komünitelerde enerji kaynağı üreticilerdir. Üreticiler inorganik maddelerden organik madde sentezi yapar ve enerji akışının ilk basamağını oluşturur.
- Tüketici organizmalar besin piraminin farklı trofik düzeylerinde bulunur. Her tüketici bulunduğu trofik düzeyin alt basamağından beslenir ve üst basamağındaki canlıların besin ihtiyacını karşılar.
- Tüketici organizmaların büyük bir kısmı besinlerini büyük parçalar şeklinde alarak sindirim kanallarında sindirir. Bu tür beslenmeye **holozoik beslenme** denir.
- Holozoik canlılar **etçil (karnivor), otçul (herbivor)** ve **hepçil (omnivor)** beslenebilir.
- Bazı tüketici organizmalar ihtiyaçları olan organik besinleri doğadaki ölü bitki ve hayvan kalıntılarını salgıladıkları enzimler ile hücre dışında sindirerek alır. Bu şekildeki beslenmeye ise **ayrıştırıcı (çürükçül, saprotrof) beslenme** denir.
- Komünitelerdeki bazı türler ekolojik nişlerini yerine getirirken farklı birliktelikler kurabilir. Türler arasındaki bu beslenme ilişkilerine **simbiyotik ilişkiler** denir. Simbiyotik ilişkiler kommensalizm, mutualizm, amensalizm ve parazitizmdir.

### Kommensalizm (+, 0)

- Birlikte yaşayan iki türden biri fayda sağlarken diğeri bu ilişkiden etkilenmez.

Sucul kaplumbağaların üzerinde yaşayan algler kaplumbağa ile hareket eder ve korunur. Bazı küçük balıklar da kaplumbağalara tutunarak hareket edebilir.

**Su kaplumbağası ve üzerinde yaşayan algler**

Köpek balığına tutunan vantuzlu Romera balıkları, köpek balığı sayesinde yer değiştirir ve onun beslenmesi sırasında etrafa saçılan parçacıkları yiyerek beslenir.

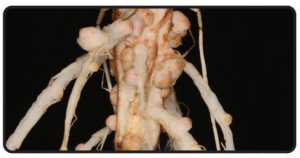
Sığır kuşları ve öküz balıkçıl kuşları geyik, sığır, bizon gibi otçulların beslenmesi sırasında çayırlardan çıkarttıkları böceklerle beslenir.

**Otçul memeli ve kuşlar**

### Mutualizm (+, +)

- Birlikte yaşayan iki türün her ikisi için de faydalı olan ilişkidir.
- Bazı durumlarda iki organizma birbirinden ayrılırsa her ikisinin de yaşaması mümkün olmaz. Bu birlikteliğe **zorunlu (sıkı) mutualizm** denir. Algler ile mantarların oluşturduğu liken birlikteliğinde alg mantara besin, mantar da alge inorganik madde ve su sağlar.
- Bazı durumlarda ise mutualist yaşayan canlılar ayrılsa da yaşamlarını devam ettirebilir. Bu birlikteliğe ise **gevşek (isteğe bağlı) mutualizm** denir. Afrika'daki bir akasya ağacı türü ile bir karınca türü arasındaki ilişkide akasya ağacı karınca için hem yaşam ortamıdır hem de larvaları için besin niteliğinde sıvılar salgılar. Karınca ise akasya ağacını otçul hayvanlara karşı korur.
  - Bir deniz mercanı olan anemon yakıcı uzantıları ile palyaço balığını düşmanlarından korurken palyaço balığı da anemonla beslenen balıkları anemondan uzak tutar.
  - Baklagiller ile köklerindeki nodüllerde yaşayan Rhizobium bakterilerinden bakteri havanın azotunu bağlayıp bitkiye verirken bitki bakteriye yaşam ortam ve besin sağlar.
  - Otçul memeliler ile sindirim sisteminde yaşayıp selülozu sindiren bakteriler; insan ile kalın bağırsağında yaşayıp B ve K vitamini sentezleyen bakteriler; termik ile sindirim kanalında yaşayıp selülozu sindiren mikroorganizmalar; likendeki su yosunu ve mantar arasındaki ilişkiler de zorunlu mutualizmdir.

**Palyaço balığı ve anemon**



**Baklagillerin köklerindeki Rhizobium**

### Amensalizm (–, 0)

Birlikte yaşayan iki türden biri etkilenmezken diğeri zarar görür.

- Otçul hayvanların otlamak için gezerken bitkileri ve böcekleri ezmesi, uzun boylu ağaçların kısa boylu ağaçları gölgeleyerek yeterli güneş ışığı almalarını engellemesi amensalizmdir.

**Uzun boylu ağaçların kısa boylu ağaçları gölgelemesi**

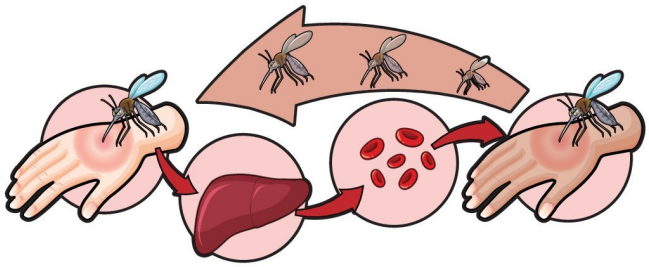
**MERAKLISINA**

Etkileşim halindeki iki türden birinin salgıladığı alelokimyasallar ile diğer türün popülasyonunun büyümesini engellemesine **alelopati** denir. Ceviz ağacının yapraklarında üretilip toprağa karışan salgılar diğer türlerin gelişimini engeller (+/–).

### Parazitlik (+, –)

- Birlikte yaşayan iki türden biri fayda sağlarken diğerinin zarar görmesidir.
- Başka bir organizmanın üzerinde veya içinde yaşayıp ona zarar veren canlıya **parazit**, zarar gören canlıya **konak** denir.
- Parazitler konağın hastalanmasına veya ölmesine neden olabilir.

**Bir hücreli parazitler:** Bazı bakteri, mantarlar ve protistler bir hücreli parazitlere örnektir. Hücre dışı sindirim yapamayan bu canlılar besinlerin konak canlıdan monomer şeklinde alırlar.



***Anofel* cinsi sivrisinekte taşınan sıtma mikrobu**

- Plazmodyum, *Anofel* cinsi dişi sivrisinekle insana bulaşıp kan ile karaciğer ve dalağa geçer ve gelişir. Kana geçen alyuvarların içinde hızla sporla çoğalır. Alyuvarları patlatarak sıtma nöbetlerine neden olur.

**Bitkisel parazitler:** Bitkilerde tam ve yarı parazitlik görülebilir.

- Yarı parazit bitkilerin en önemli örneği ökse otudur. Bu bitki fotosentez yapar ancak kökleri gelişmediği için su ve mineral ihtiyacını konak bitkinin odun borularından emerek karşılar.

**Ökse otu**

3D YAYINLARI

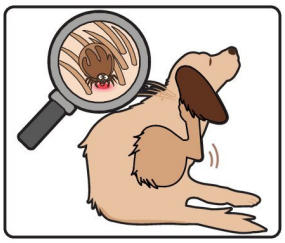
- Tam parazit bitkilerde kloroplast yoktur. Bu bitkiler fotosentez yapamazlar. Kökleri de gelişmemiş olan bu bitkiler organik besin ihtiyacını konak bitkinin soymuk borularından; su ve mineral ihtiyacını ise konak bitkinin odun borularından emerek karşılar. Canavar otu, verem otu, cin saçı, küsküt otu tam parazittir.

Küsküt otu

**Hayvansal parazitler:** Konağa tutunmayı sağlayan yapıları ve duyu organları gelişmiştir. Sindirim enzimleri ve sindirim sistemleri pek gelişmediğinden besinlerine konaktan sindirilmiş olarak emerler.

- Konağın vücudunun içinde yaşayan hayvansal parazitlere **endoparazit** (iç parazit), üzerinden beslenenlere **ekzoparazit** (dış parazit) denir. Tenya, kıl kurdu, bağırsak solucanı gibi canlılar iç; bit, kene gibi canlılar dış parazittir.

Köpeğin bağırsağındaki iç parazit tenyalar



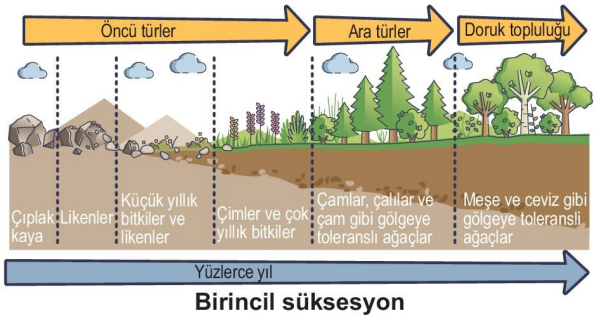
Köpeğin vücudundaki dış parazit pire

**NOT**

İç parazitler hücre dışı sindirim yapamaz ancak dış parazitler yapabilir. Parazitlerin üremeleri genellikle hızlıdır.

## Komünitelerdeki Süksesyon

- Abiyotik ve biyotik faktörler komünitelerde değişime neden olabilir. Kuraklık, ışık, rüzgar, doğal yangınlar gibi faktörler abiyotik; insan faaliyetleri, mikroorganizmalar, bitkiler ve hayvanlar ise biyotik faktörleri oluşturur. Biyotik ve abiyotik faktörlerin etkisi ile organizmaların yok olması ya da kaynak kullanımının değişmesi komünitenin yapısını değiştirir. Buna **bozunum** denir.
- Komünitelerin zamanla ortam koşullarına uyumlu, kararlı ve dengeli bir evreye geçmesine **klimaks komünite** denir.
- Doğada meydana gelen değişimler ve bozulmalar komünitenin tür çeşitliliğini ve yapısını etkileyerek komünitenin kararsız (dengesiz) hale gelmesine neden olabilir. Komünite zamanla kararlı bir yapıya doğru değişimler gösterir.
- Bozulmuş bir alanda uzun zaman içinde türlerin aşamalı olarak birbirinin yerine almasına **süksesyon** denir.
- Yaşamın henüz bulunmadığı alanlarda, buzul taşların üzerinde ve volkanik adalarda toprak oluşumu ile başlayan sıralı değişime **birincil süksesyon** denir.

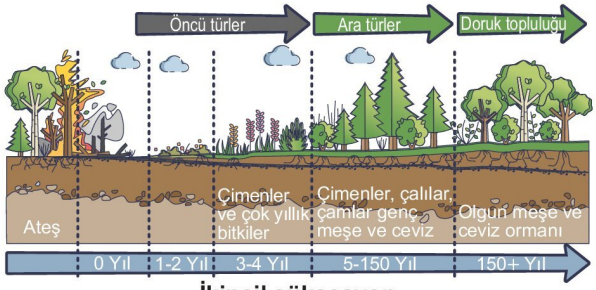



Birincil süksesyon

- Var olan bir komünitenin buzul hareketleri, yanardağ faaliyetleri, sel, ağaç kesimi, yangın, aşırı otlatma gibi olaylar nedeni ile zarar görmesi ya da yok olması sonrasında gerçekleşen sıralı değişime ise **ikincil süksesyon** denir.

**NOT**

İkincil süksesyonda toprak sağlam kaldığından toprak oluşum evresi yaşanmaz.




İkincil süksesyon

**Shorts 21**

**Süksesyon çeşitleri arasındaki temel fark nedir?**

**ETKİNLİK 1**

**Komünitede görülen simbiyotik ilişki türleri ile ilgili aşağıdaki tabloda verilen boş kutucukları canlıların fayda (+), zarar (−) ve etkilenmeme (0) durumlarına uygun şekilde doldurunuz.**

| Simbiyotik ilişki | I. canlı | II. canlı |
|---|---|---|
| Kommensalizm | Köpek balığı | Küçük balık |
| Mutualizm | Su yosunu | Mantar |
| Amensalizm | Manda | Ot |
| Parazitizm | Akasya | Ökse otu |

## ETKİNLİK 2

**Aşağıda verilen örnekler ile kavramları eşleştiriniz.**

| | |
|---|---|
| a. Komünite ☐ | Trakya'da bulunan *Prunus spinosa*'lar (1) |
| b. Popülasyon ☐ | Antalya Körfezi'nde yaşayan omurgalı ve omurgasız hayvanlar (2) |
| c. Ekosistem ☐ | İnsanın kalın bağırsağında yaşayan bakteriler için bağırsak (3) |
| d. Habitat ☐ | Kızılırmak Nehri'nin Karadeniz'e döküldüğü alan (4) |
| e. Ekoton ☐ | Van Gölü (5) |

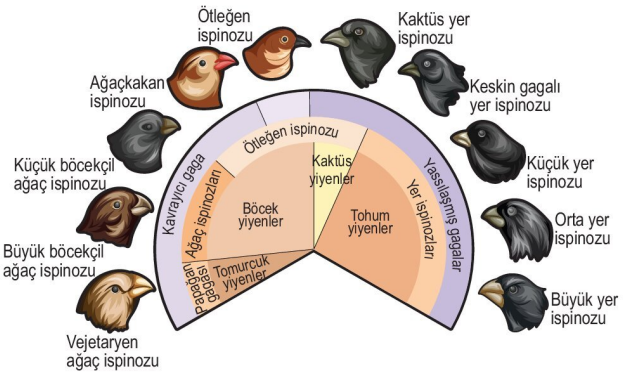
## ETKİNLİK 3

**Komünitedeki türler arası ilişkiler ile ilgili aşağıdaki ifadelerden doğru olanların karşısına "D", yanlış olanların karşısına "Y" yazınız.**

- Rekabet sadece aynı tür canlılar arasında yaşanır. ☐
- Ekolojik nişleri benzer olan türlerden birinin doğal seçilim yoluyla kaynak kullanım biçiminin değişmesi bu iki canlının aynı komünitede birlikte varlığını sürdürmesini sağlayabilir. ☐
- Mimikri yalnızca av olan türlerde görülür. ☐
- Canlının ekolojik nişinin değişmesi davranışsal ve morfolojik değişimlere yol açabilir. ☐

## BECERİ TEMELLİ SORU 1

Aşağıdaki görselde, Galapagos takımadalarında yaşayan ve ortak bir atadan gelen ispinoz kuşlarının besin tercihleri ile morfolojik yapılarındaki değişimler gösterilmiştir.




**Buna göre,**

I. İspinoz kuşları aynı adada varlıklarını kaynak paylaşımı sayesinde sürdürmüşlerdir.

II. Besin tercihlerine göre zamanla meydana gelen gaga yapısı farklılaşması ispinoz kuşlarında karakter değişiminin gerçekleştiğini gösterir.

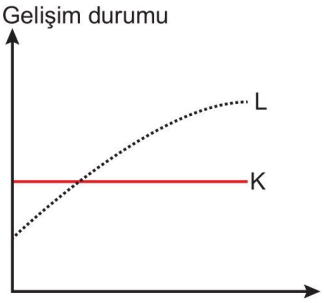
III. İspinoz kuşlarında meydana gelen değişimler, farklı morfolojik özellikteki bireyler arasındaki besin rekabetinin artmasına neden olmuştur.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

## BECERİ TEMELLİ SORU 2

Aşağıdaki grafik aralarında simbiyotik ilişki bulunan K ve L canlılarının birbirlerinden ayrıldıklarındaki gelişim durumlarını göstermektedir.




**Buna göre K ve L canlıları arasındaki ilişki türü;**

I. kommensalizm,
II. mutualizm,
III. amensalizm,
IV. parazitizm

**verilenlerden hangileri <u>olamaz</u>?**

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV
D) I, II ve IV E) II, III ve IV

## BİRE BİR ÖSYM 1

**Aynı habitatta yaşayan ve ekolojik nişleri benzerlik gösteren iki canlı türü için,**

I. Habitattaki ortak kaynak çeşitleri ne kadar fazla ise aralarındaki rekabet o kadar az olur.

II. Ekolojik nişlerindeki değişimler aynı alanı birlikte kullanmaya devam etmelerini sağlayabilir.

III. Üreme potasiyeli fazla olan tür diğerinin mutlaka habitattan elenmesine neden olur.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

**BİRE BİR ÖSYM 2**

Aynı ekosistemde yaşayan canlılar arasındaki simbiyotik etkileşimler ile ilgili bazı örnekler şunlardır:

I. Termitlerin bağırsağında yaşayan selüloz sindirici mikroorganizmalar, termitlerin selülozdaki monomerlerden faydalanmasını sağlarken termitler de bu mikroorganizmalara yaşam ortamı sunar.

II. İnsanın ince bağırsağında yaşayan tenya, sindirim sonucu oluşan besin monomerlerini alarak beslenirken insana zarar verir.

III. Su kaplumbağalarının kabuklarının üzerindeki yosunlar kaplumbağalar sayesinde yer değiştirip korunurken kaplumbağalar bu ilişkiden etkilenmez.

**Bu örnekler ve simbiyotik etkileşim çeşitleri aşağıdakilerden hangisinde doğru eşleştirilmiştir?**

| | Kommensalizm | Mutualizm | Parazitizm |
|---|---|---|---|
| A) | I | II | III |
| B) | II | III | I |
| C) | III | I | II |
| D) | III | II | I |
| E) | II | I | III |

**BİRE BİR ÖSYM 3**

Manda, bizon, sığır gibi otçul hayvanlar otlamak için gezindikleri sırada attıkları adımlarla bitkileri ve böcekleri ezebilir. Ürken bazı böcekler ise etrafa kaçışırken sığır balıkçıl kuşları tarafından rahatlıkla avlanabilir.

**Buna göre,**

I. Otçul hayvanlar ile böcekler arasındaki ilişki amensalizmdir.

II. Sığır balıkçıl kuşları ile otçul hayvanlar arasındaki ilişki kommensalizmdir.

III. Böcekler ile sığır balıkçıl kuşlar arasındaki ilişki parazitizmdir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

## Popülasyon Ekolojisi

- Belirli bir zamanda, belirli bir habitatta yaşayan ve birbirleriyle etkileşim halinde bulunan aynı tür bireylerin oluşturduğu topluluğa **popülasyon** denir.
- Popülasyon dengesindeki değişimleri ve nedenlerini inceleyen ekoloji alt bilim dalına **popülasyon ekolojisi** denir.
- Popülasyonda zaman içinde meydana gelen birey sayısı ve biyokütle değişimleri üzerinde etkili faktörlere **popülasyon dinamiği** denir.

**Tuz Gölü'nün çevresinde yaşayan flamingolar**

- Popülasyon dinamiğinin konuları:
  - Popülasyon yoğunluğu,
  - Bireylerin dağılımı,
  - Popülasyonun büyüklüğü,
  - Popülasyonun yaş dağılımları

## Popülasyon Yoğunluğu

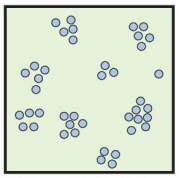
- Birim alan ya da hacimdeki birey sayısına **popülasyon yoğunluğu** denir.
- Doğumlar ve içe göçler popülasyonun yoğunluğunu artırırken ölümler ve dışa göçler popülasyon yoğunluğunu azaltır.

## Popülasyon Dağılımı

- Popülasyondaki bireylerin coğrafik sınırlar içerisindeki yerleşme biçimine **popülasyon dağılımı** denir.
- Popülasyonlarda kümeli, düzenli ve rastgele dağılım olmak üzere iç tip dağılım modeli görülür.

## Kümeli Dağılım

- En yaygın görülen dağılım biçimidir.
- Bireyler belirli alanlarda kümelenir.
- Gruplar arası mesafe ve grupların birey sayısı farklılık gösterebilir.
- Beslenme, barınma, korunma, savunma gibi nedenlerle oluşabilir.
- Bireylerin kümelendiği ortamlarda kaynakların kullanılma oranı yüksektir.
- Mantarların bol besin bulunan ortamda kürelenmesi, kurtların avlanmak için sürüler oluşturması, Afrika mandalarının, kuşların ve küçük balıkların savunma amacıyla gruplar oluşturması bu dağılım biçimine örnektir.

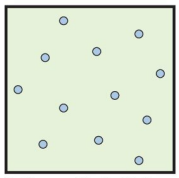


Kümeli dağılım modeli

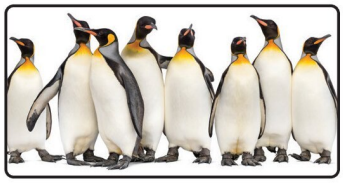
Mantarlarda kümeli dağılım

## Düzenli Dağılım

- Zorlayıcı çevresel koşullarda, yetersiz kaynaklar için bireylerin rekabet halinde olması durumunda görülen dağılım biçimidir.
- Bireyler arasındaki mesafe birbirine yakındır ve bireyler arası etkileşim yoğundur.
- Kümeli dağılıma göre daha seyrek rastlanılır.
- Bireyler birbirini doğrudan etkileyerek kendilerine yaşam alanı oluşturur.
- Farkland Adaları'ndaki kral penguenlerin, sedir ormanlarındaki sedir ağaçlarının ve bazı çam ağacı türlerinin dağılımı bu dağılıma örnektir.



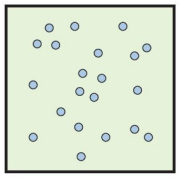
Düzenli dağılım modeli



Kral penguenlerde düzenli dağılım

## Rastgele Dağılım

- Bireylerin dağılımında karşılıklı etkileşimin olmadığı dağılım biçimidir.
- Popülasyondaki her bir bireyin konumu diğerlerinden bağımsızdır.
- Bireyler uygun ortamda dağılım gösterir.
- Bireyler arası mesafe ve birey sayısı farklılık gösterir.
- Bireyler arası etkileşimin en az olduğu dağılımdır.
- Doğada çok yaygın olsa da genellikle kümeli dağılım eğilimi vardır.
- Rüzgârla tozlaşan karahindiba ve brunsvigia gibi bitkilerin tohumlarının rastgele taşınması ve rastgele uygun ortama düşerek gelişmesi bu dağılım biçimine örnektir.



Rastgele dağılım modeli

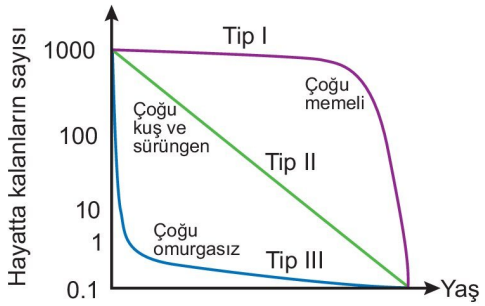
Karahindiba bitkisinde rastgele dağılım

## Popülasyon Büyüklüğü

- Belirli bir zaman diliminde popülasyonda bulunan toplam birey sayısıdır.

Popülasyon büyüklüğü değişimi (A) = Doğum + İçe göç (B) − Ölüm + Dışa göç (C)

- Eğer bir popülasyonda; B > C ise popülasyonun büyüme hızı (A) pozitiftir ve birey sayısı artar. Popülasyon büyür.
  B = C ise popülasyonun büyüme hızı (A) sıfırdır ve birey sayısı sabit kalır. Popülasyon dengede kalır.
  B < C ise popülasyonun büyüme hızı (A) negatiftir ve birey sayısı azalır. Popülasyon küçülür.
- Popülasyondaki bireyler arası ilişkiler, bireylerin ekolojik gereksinimleri, çevrenin yapısı; popülasyonun yoğunluğunu, dağılımını ve diğer özelliklerini etkiler.
- Popülasyonun yaşam istatiklerini ve zamanla bu istatiklerde görülen değişimleri anlamaya yönelik yapılan çalışmalara **demografi** denir. Demografların asıl ilgilendikleri konu doğum ve ölüm oranlarıdır.
- Popülasyonlardaki bireylerin yaşlara göre hayatta kalma durumları kullanılarak **hayatta kalma eğrileri** elde edilir. Temel olarak üç tip hayatta kalma eğrisi vardır.




**Tip I yaşam eğrisi:** Bireylerin genç ve ergin dönemde ölüm oranı düşüktür. Yaşlı dönemde ölüm oranı artar. Az sayıda yavru oluşturan ve yavru bakımının olduğu popülasyonlarda, çoğu memeli hayvanda genellikle bu yaşam eğrisi görülür.

**Tip II yaşam eğrisi:** Her yaşta sabit ölüm oranının olduğu popülasyonlar için çizilir. Çoğu kuş ve sürüngen türlerinde, bazı bitkilerde ve bazı omurgasızlarda görülür.

**Tip III yaşam eğrisi:** Genç dönemde ölüm oranının yüksek olduğu popülasyonlar için çizilir. Başlangıçta yavru sayısı çoktur ve yavruların çoğu ölür. Genellikle yavru bakımı yoktur. Çoğu böcek, tek yıllık bitkiler, balık ve deniz omurgasızlarında görülür.

**MERAKLISINA**

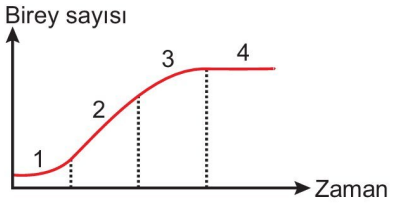
Canlıların hayatta kalma ve üremesini etkileyen özellikler yaşam öyküsünü oluşturur. Yaşam öyküsünü en fazla etkileyen özellikler; ilk üreme yaşı ve her seferde oluşan yavru sayısıdır.

YAYINLARI

- Belirli çevresel koşullarda ve belirli zaman diliminde popülasyonların birey sayısı değişimini gösteren grafiklere **büyüme eğrileri** denir.
- Popülasyonlarda S ve J tipi olmak üzere temel iki farklı büyüme eğrisi görülür.

### S Tipi Büyüme Eğrisi

- Popülasyon yoğunluğu taşıma kapasitesine yaklaştıkça büyümesi genellikle yavaşlar. Kaynaklar sınırlayıcı olmaya başladığında popülasyonun büyümesi azalır ve lojistik büyüme modeli sergilenir. Bu modelde büyüme eğrisi S tipi bir eğri şeklinde olur.
- S tipi büyüme eğrisinde dört evre görülür.
  - Birinci evre kuruluş evresi olup popülasyon ortama uyum sürecindedir ve birey sayısı çok az artar (1).
  - İkinci evre logaritmik artış evresi olup birey sayısı artışı geometrik dizi şeklindedir (2).
  - Üçüncü evre negatif artış evresi olup artan birey sayısının alanı daraltması, besinin azalması ve rekabetin artması nedeni ile popülasyonun büyüme hızı yavaşlar (3).
  - Dördüncü evre denge evresi olup popülasyon taşıma kapasitesine ulaşmış ve doğum oranı ile ölüm oranı yaklaşık olarak eşitlenmiştir (4).




**Taşıma kapasitesi:** Bir coğrafik alana yerleşmiş olan popülasyonda bulunabilecek en fazla birey sayısıdır.

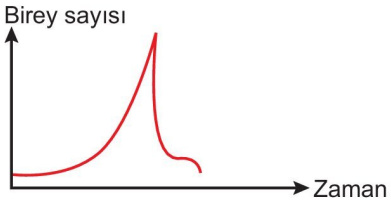
**Çevresel direnç:** Popülasyonun büyümesini sınırlandıran tüm faktörlerdir.

**NOT**

Popülasyonlar taşıma kapasitesine yaklaştıkça çevre direnci artar ve popülasyon büyüklüğü belirli sınırlar arasında kalır.

### J Tipi Büyüme Eğrisi

- Kaynakların bol olduğu ideal koşullarda popülasyon büyüklüğünün sürekli geometrik artış göstermesi şeklindeki eğrilerdir.
- Popülasyon üzerinde üreme, büyüme ve enerji elde etme yönünde baskı olmadığı için popülasyonun büyüklüğü geometrik bir artış gösterir.
- Böyle ideal koşullardaki bir popülasyonun büyümesine **üssel büyüme modeli** denir.
- Üreme çiftliklerinde çoğaltılan hayvanların büyüme eğrisi J tipi büyümeye uygundur.



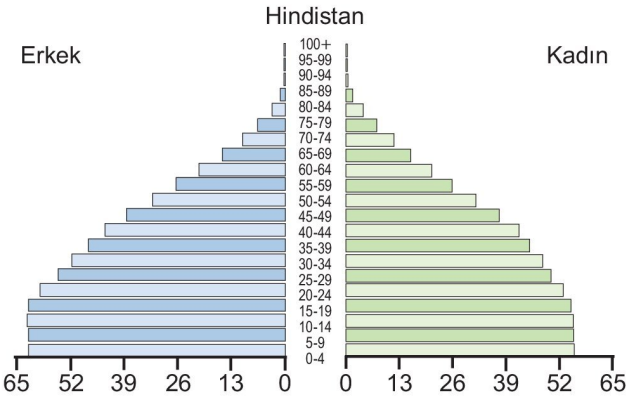

- Toplu ölümler, mevsimsel değişiklikler, salgın hastalıklar gibi değişimler birey sayısında ani azalışa neden olabilir.

**Shorts 22**

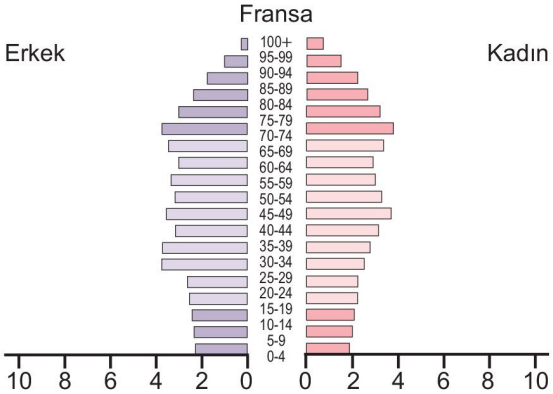
**S tipi ve J tipi büyüme eğrisinde örnek ezberlemek işe yarar mı?**

### Popülasyondaki Yaş Dağılımı

- Popülasyonu oluşturan bireylerden aynı yaştakilerin sayılarının gruplandırılması ile yaş piramitleri oluşturulur.
- Yaş piramitleri popülasyonun geleceği hakkında bilgi verilebilir.
  - Geniş tabanlı piramitler genç bireylerin oranının yüksek olduğunu gösterdiğinden bu tür popülasyonlar büyüme eğilimindedir.
  - Dengeli popülasyonlarda yaş gruplarının oranları yakındır.
  - Küçülen popülasyonlarda ise yaşlı bireylerin oranı yüksek olduğundan piramidin tepesi geniştir.

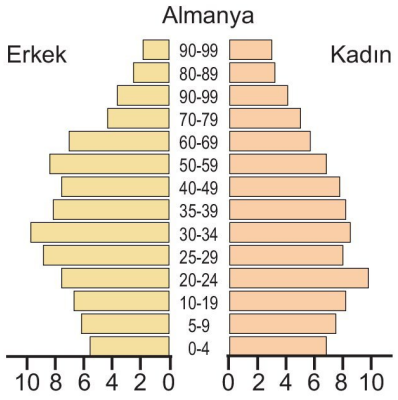



**Hızlı büyüyen, gelişmekte olan yaş piramidi.**




**Yavaş büyüyen dengeli yaş piramidi.**

3D YAYINLARI

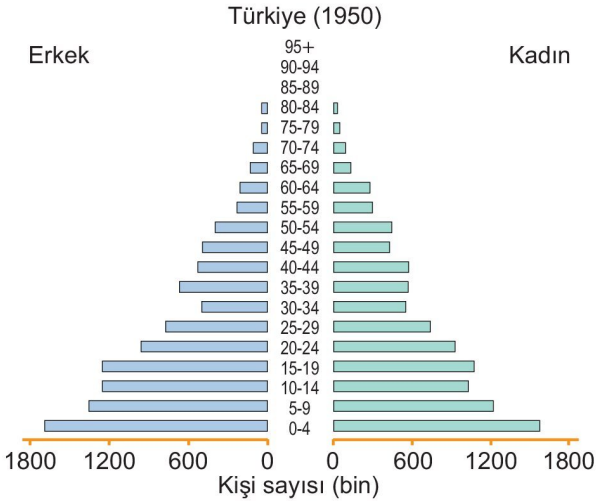


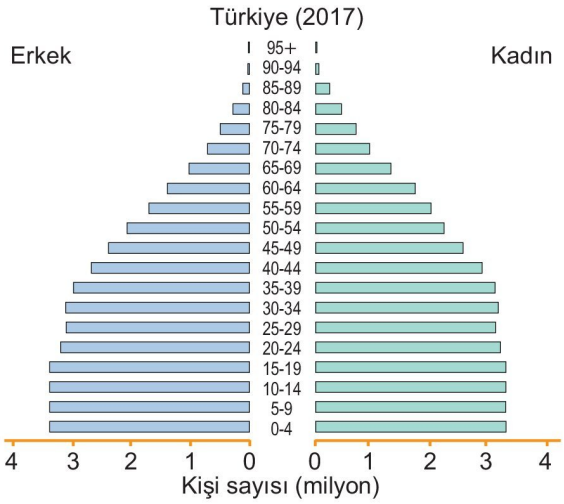

**Gerileyen, küçülen yaş piramidi.**

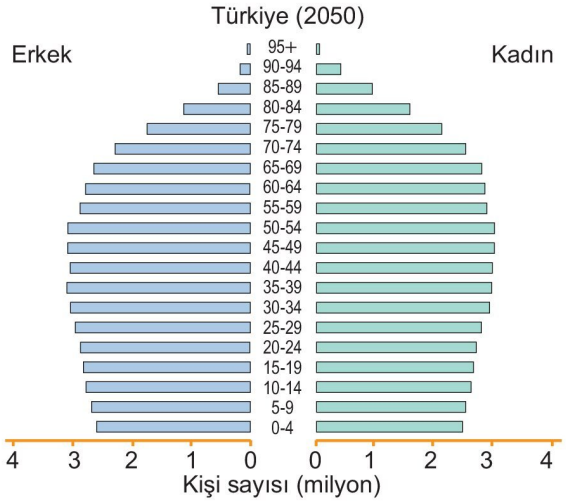
**NOT**

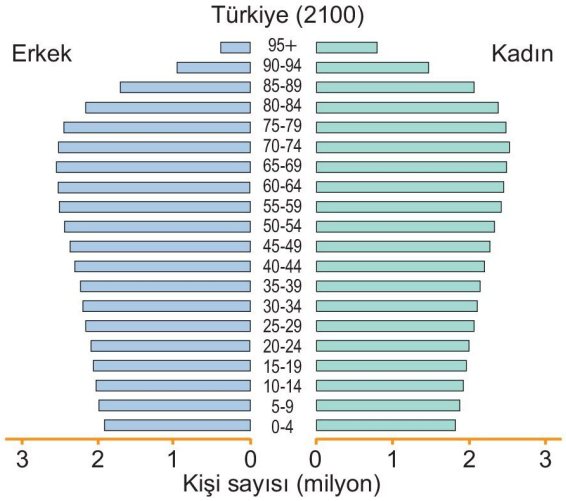
Ülkelerin gelişmişlik düzeyi arttıkça genç yaş grubu oranı azalır, popülasyon dengede kalır.

➜ Türkiye'nin 1950, 2017 yıllarındaki yaş piramitleri ile 2050 ve 2100 yıllarında beklenen yaş piramitleri şöyledir:



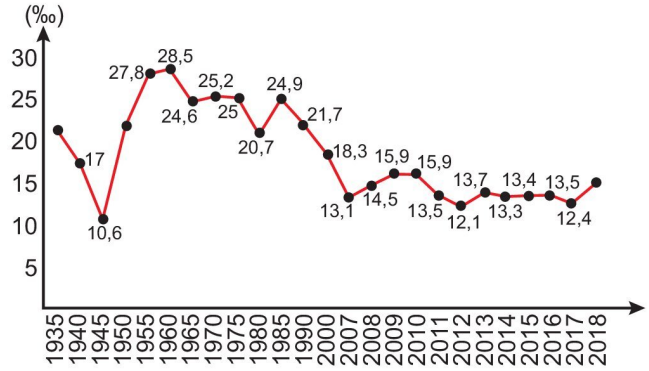




➜ Türkiye büyümekte olan bir popülasyondur ve gelecekte küçülen ve gerileyen bir yaş piramidine sahip olacağı öngörülmektedir.

➜ Türkiye'nin 1935 yılından itibaren nüfus artış hızı grafiği ise aşağıdaki gibidir.




**MERAKLISINA**

Endüstrileşme ve yaşam koşullarının gelişmesi nedeni ile yüksek doğum ve ölüm oranından düşük doğum ve ölüm oranına doğru geçişe **demografik geçiş** denir.

3D YAYINLARI

## ETKİNLİK 4

**Popülasyon ekolojisi ile ilgili aşağıda verilen ifadelerden doğru olanlarını "D", yanlış olanlarını "Y" harfi kullanarak belirleyiniz.**

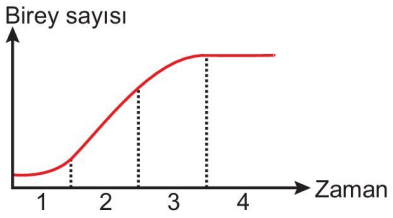
- Popülasyonun büyüme hızının artması çevre direncinin azalmasına neden olur. ☐
- Popülasyonun taşıma kapasitesine yaklaşması, tür içi rekabetin azalmasına neden olur. ☐
- Popülasyonun büyüme hızının sıfır olması popülasyonun yok olması anlamına gelir. ☐
- Bir popülasyonun yaş piramidinin tepe noktası ne kadar geniş ise popülasyon o kadar hızlı büyüme gösterir. ☐

## ETKİNLİK 5

**Aşağıda verilen dağılım modelleri ile bu dağılımların görüldüğü canlıları eşleştiriniz.**

(a) Afrika mandaları
(b) Kurtlar
(c) Kral penguenleri
(d) Karahindiba
(e) Sedir ağaçları

## ETKİNLİK 6




**S tipi büyüme eğrisi gösteren kapalı bir popülasyonun evreleri ile bu evrelerle ilgili ifadeleri eşleştiriniz.**

| | |
|---|---|
| Kuruluş evresi (1) ☐ | a. Birey sayısı hızının en yüksek olduğu evredir. |
| Logaritmik artış evresi (2) ☐ | b. Doğum ile ölüm oranları yaklaşık aynıdır. |
| Negatif artış evresi (3) ☐ | c. Birey sayısı artış hızının azaldığı evredir. |
| Denge evresi (4) ☐ | d. Popülasyonun ortama uyum sağlama sürecinin yaşandığı evredir. |

## BECERİ TEMELLİ SORU 3

Birleşik Devletlerin batısındaki kurak bölgede yaşayan püsküllü çayır otunun tohumları kazara Asya'dan gelen tahıllarla Birleşik Devletlerin içine taşınmış ve daha sonra çiftlik hayvanları aracılığı ile yayılmıştır. Püsküllü çayır otu daha önce doğal otlaklar ve çalıların baskın olduğu milyonlarca hektar çayır alanı kaplamış ve her yıl daha da fazla alan kaplar hale gelmiştir.

**Buna göre, bitki türü ile ilgili,**

I. Sonradan katıldığı ekosistemde zamanla istilacı tür hâline gelmiştir.

II. Yeni katıldığı çevrenin abiyotik ve biyotik koşulları gereksinimlerine ve toleransına uygundur.

III. Doğal otlaklarda bulunan bitkiler ve çalılar ile rekabette üstünlük sağlamıştır.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

## BECERİ TEMELLİ SORU 4

Popülasyonlarda görülen yaşam öyküsü modellerinden olan fırsatçı yaşam öyküsünde küçük vücutlu ve kısa ömürlü türlerin hızlı bir şekilde gelişip eşeysel olgunluğa ulaşması ve çok sayıda yavru verip bunlara çok az veya hiç ebeveyn bakımının sağlanmaması karakteristiktir. Bu yaşam öyküsüne sahip popülasyonlardan olan karahindiba bitkisinde ebeveyn bakımı her tohumda depolanmış olan besleyici madde miktarı ile ölçülür. Binlerce küçük tohumdan sadece çok az bir kısmı uygun koşullardan hemen faydalanarak gelişebilir.

**Buna göre, karahindiba popülasyonunun hayatta kalma eğrisi aşağıdakilerden hangisindeki gibi olmalıdır?**

A) Hayatta kalma yüzdesi

B) Hayatta kalma yüzdesi

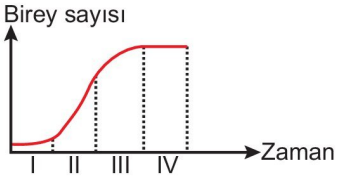
C) Hayatta kalma yüzdesi

D) Hayatta kalma yüzdesi

E) Hayatta kalma yüzdesi

## BİRE BİR ÖSYM 4

Aşağıdaki grafik bir hayvan popülasyonuna ait S tipi büyüme eğrisini göstermektedir.




**Grafiğe göre aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) I numaralı zaman diliminde popülasyon kuruluş evresindedir.

B) II numaralı zaman diliminde çevre direnci düşük olduğundan birey sayısı artışı hızlıdır.

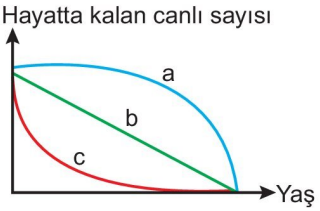
C) III numaralı zaman diliminde tür içi rekabet artmış olabilir.

D) IV numaralı zaman diliminde doğum oranı ile ölüm oranı ve içe göç ile dışa göç yaklaşık aynıdır.

E) III numaralı zaman diliminde popülasyon taşıma kapasitesine yaklaşmış ve çevre direnci minimuma inmiştir.

## BİRE BİR ÖSYM 5

Aşağıdaki grafikte a, b ve c popülasyonlarının hayatta kalma eğrileri verilmiştir.




**Buna göre; a, b ve c popülasyonları için,**

I. Erken yaş ölüm oranının en yüksek olduğu popülasyon a'dır.

II. b popülasyonunda daima doğum oranı ölüm oranına eşittir.

III. Yavru bakımının görülme olasılığının en fazla olduğu popülasyon c'dir.

**ifadelerinden hangileri yanlıştır?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

**BİRE BİR ÖSYM 6**

**Popülasyonu oluşturan bireylerin yaşam alanlarındaki dağılımları ile ilgili,**

I. Doğada en sık görülen dağılım modeli düzenli dağılımdır.

II. Popülasyonu oluşturan bireyler arasında en sıkı etkileşimin olduğu dağılım modeli rastgele dağılımdır.

III. Bireylerin belli alanlarda toplanarak beslenmek ya da avcılardan korunmak amacıyla gruplar oluşturması kümeli dağılımdır.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

| BİRE BİR ÖSYM SORULARI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. A | 2. C | 3. D | 4. E | 5. E | 6. B | |
| **BECERİ TEMELLİ SORULAR** | | | | | | |
| 1. C | 2. D | 3. E | 4. A | | | |

NOTLARIM

3D YAYINLARI

**1.** **Komünitelerdeki gösterge türler ile ilgili,**

I. Daima en yüksek biyokütleye sahiptirler.

II. Ekolojik toleransları genel olarak düşüktür.

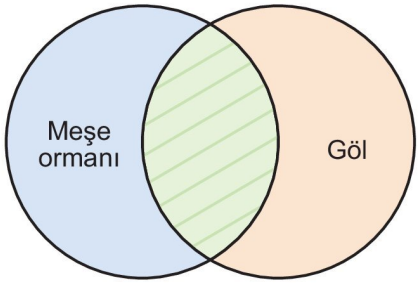
III. Çevresel değişimlerden en kolay etkilenen türlerdir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

**2.**




**Yukarıdaki şemada gösterilen taralı bölge için,**

I. Ekotonu ifade eder.

II. Madde ve enerji rekabeti fazladır.

III. Tür çeşitliliği bakımından zengindir.

**yorumlarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

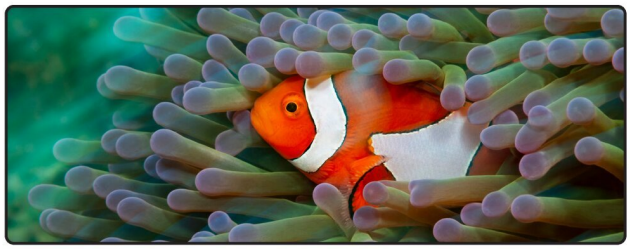
**3.** Kunduzlar yiyecek depolamak ve yırtıcı hayvanlardan korunmak için akarsu önüne barajlar inşa ederler. Bu barajlarda biriken sular bölgede zamanla sulak alan oluşmasını sağlar. Bu sulak alanlar ise zamanla kurbağalar, kaplumbağalar, ördekler, su kuşları gibi türler için yaşam alanı haline gelir.

**Buna göre, kunduzları komunitedeki ekolojik rolü bakımından ifade eden kavram aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Baskın tür B) Kilit taşı tür C) İstilacı tür

D) Gösterge tür E) Avcı tür

**4.**



Palyaço, balıkları anemonla birlikte yaşar. Anemon, yakıcı tentakülleri ile palyaço balığını düşmanlarından korur. Palyaço balığı da anemonu, anemonla beslenen balıklara karşı korur.

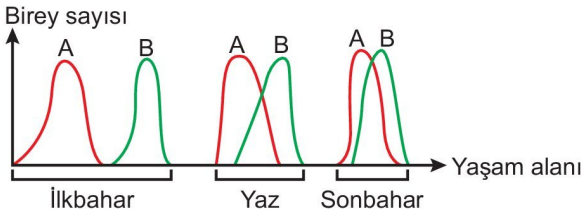
**Bune göre anemon ile palyaço balıkları arasındaki simbiyotik ilişki aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Kommensalizm B) Mutualizm

C) Parazitizm D) Amensalizm

E) Rekabet

**5.** Aşağıdaki grafikte aralarında besin rekabeti bulunan iki popülasyonun yılın farklı zaman dilimlerindeki yaşam alanları ve birey sayısı değişimleri verilmiştir.




**Buna göre A ve B popülasyonları ile ilgili,**

I. Sonbaharda kaynak rekabeti yaza göre daha çok yaşanır.

II. Yazın daha fazla besin çeşidi için rekabet ederler.

III. Komünitede birlikte varlıklarını sürdürmeleri için ilkbahardaki koşullar sonbahardaki koşullardan uygundur.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

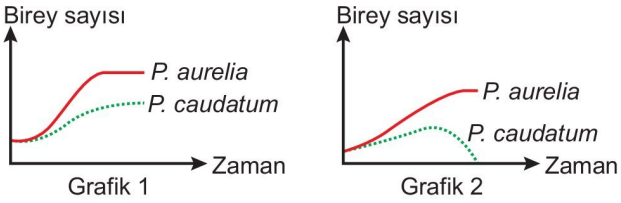
1.D 2.E 3.B 4.B 5.C 6.C 7.B 8.E

**6.** Galapagos takım adalarında yaşayan ispinoz kuşları kaktüs nektarı ile beslenir. Bazı adalarda bu kuşlar nektar için marangoz arıları ile rekabet halindedir. Marangoz arılarının bulunduğu adalardaki ispinoz kuşlarının kanat açıklığı büyük iken bu arıların bulunmadığı adalarda yaşayan ispinoz kuşlarının kanat açıklığı çok daha küçüktür.

**Buna göre, marangoz arıları ile rekabete giren ispinoz kuşlarında zamanla meydana gelen kanat açıklığı büyüklüğü şeklindeki morfolojik değişim aşağıdaki kavramlardan hangisine uygun bir durumdur?**

A) Ekolojik niş
B) Ekoton
C) Karakter değişimi
D) Kaynak paylaşımı
E) Av-avcı ilişkisi

**7.** Aşağıdaki grafiklerden 1.si iki paramesyum türünün özdeş besin ortamlarında ayrı ayrı gelişimleri durumundaki, 2.si ise aynı besin ortamında birlikte gelişimleri durumundaki birey sayısı değişimlerini göstermektedir.




**Buna göre,**

I. *P. aurelia*'nın rekabet gücü *P. caudatum*'un rekabet gücünden fazladır.

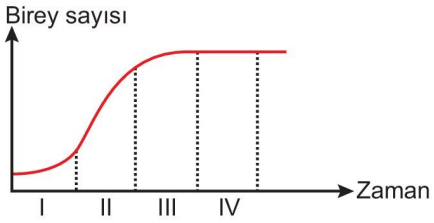
II. *P. aurelia* aynı besin ortamında gelişim sürecinde *P. caudatum*'un elenmesine neden olmuştur.

III. *P. caudatum* ve *P. aurelia* arasında av-avcı ilişkisi vardır.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız II
B) Yalnız III
C) I ve II
D) I ve III
E) II ve III

**8.** Aşağıdaki grafik bir hayvan popülasyonunun büyüme eğrisini göstermektedir.

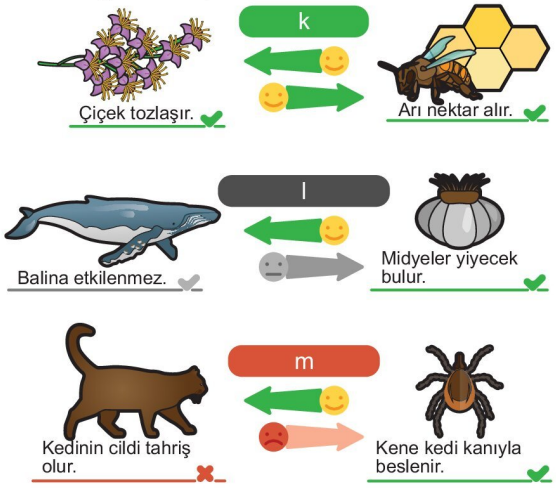



**Buna göre, aşağıdaki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) I. zaman aralığında popülasyon kuruluş evresindedir.
B) II. zaman aralığında popülasyon için kaynaklar yeterlidir.
C) III. zaman aralığında bireyler arasında besin rekabeti artmış olabilir.
D) IV. zaman aralığında popülasyonun büyüme hızı sıfırdır.
E) I ve IV. zaman aralığında çevre direnci eşittir.

3D YAYINLARI

**1.** Aşağıdaki görselde üç farklı simbiyotik ilişki çeşidi k, l ve m harfleri ile gösterilmiştir.




**Buna göre, k, l ve m ile gösterilen ilişki çeşitleri aşağıdakilerden hangisidir?**

| | k | l | m |
|---|---|---|---|
| A) | Kommensalizm | Mutualizm | Parazitlik |
| B) | Parazitlik | Kommensalizm | Mutualizm |
| C) | Mutualizm | Amensalizm | Parazitlik |
| D) | Mutualizm | Kommensalizm | Parazitlik |
| E) | Amensalizm | Kommensalizm | Parazitlik |

**2.** **Aynı konak bitki üzerinde yaşayan tam parazit ve yarı parazit bitkinin konağının yaşam ortamına işaretli azot atomları bulunduran azot tuzları eklendiğinde bu işaretli azot atomlarına;**

I. tam parazit bitkide sentezlenen polipeptit,

II. yarı parazit bitkide sentezlenen vitamin,

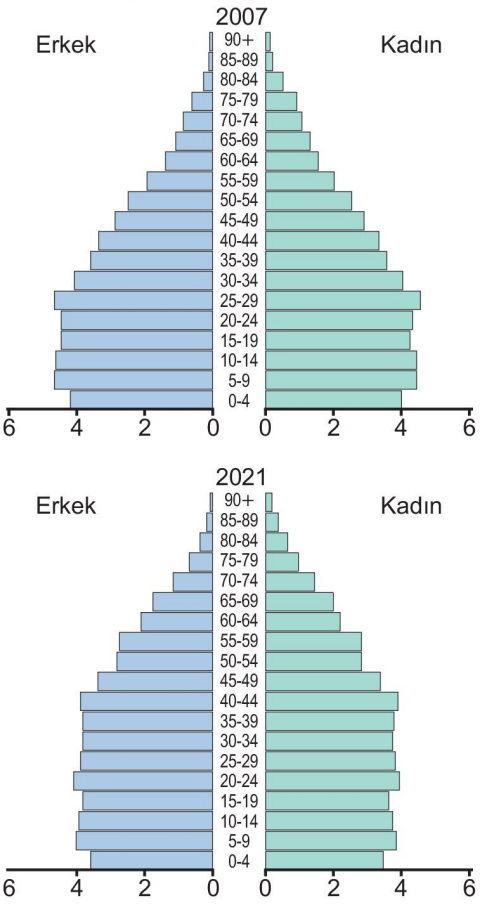
III. konak bitkide sentezlenen amino asit

**moleküllerinden hangilerinin yapısında rastlanılabilir?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**3.** Aşağıda Türkiye'nin 2007 ve 2021 yıllarına ait yaş piramitleri verilmiştir.




**Yaş piramitlerine göre, 2007 yılına oranla 2021 yılında Türkiye'de;**

I. toplam nüfus,

II. yaş ortalaması,

III. popülasyon büyüme hızı

**verilenlerden hangilerinin artmış olduğu sonucuna varılabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

**4.** **Bir komünitedeki tür çeşitliliğini;**

I. iklimsel değişimler,

II. türler arası rekabetler,

III. habitat bozulmaları

**verilenlerden hangileri etkiler?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

1.D 2.E 3.B 4.E 5.D 6.B 7.D 8.D 9.A 10.B

**5.** Aşağıdaki grafikte bir popülasyonun büyüme hızının zamana bağlı değişimi gösterilmiştir.

**Buna göre, bu popülasyondaki birey sayısı hangi zaman diliminin sonunda taşıma kapasitesine ulaşmıştır?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

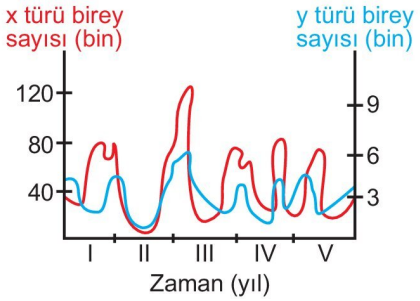
**6.** **Büyük bir orman yangınından sonra bu bölgede klimaks komünite oluşumuna kadarki süreçte gerçekleşen sıralı değişim aşağıdaki kavramlardan hangisi ile ifade edilebilir?**

A) Birincil süksesyon B) İkincil süksesyon

C) Ekolojik niş değişimi D) Ekoton

E) Kaynak paylaşımı

**7.** Aşağıdaki grafikte aralarında av-avcı ilişkisi bulunan x ve y türlerinin birey sayılarının zamana bağlı değişimi gösterilmiştir.




**Buna göre,**

I. x türü av, y türü avcıdır.

II. Bazı zaman dilimlerinde y popülasyonunun taşıma kapasitesi, x popülasyonunun taşıma kapasitesini aşmıştır.

III. y popülasyonunun yoğunluğunun arttığı her zaman diliminde x popülasyonunun yoğunluğu azalmıştır.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

**8.** **Hayvansal parazitlerden olan tenya ve kenede,**

I. konak canlıya zarar verme,

II. hücre dışı sindirim yapamama,

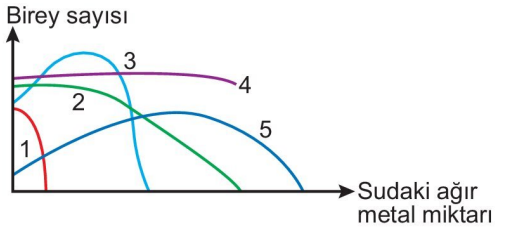
III. hastalıklara neden olabilme

**özelliklerinden hangileri ortaktır?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

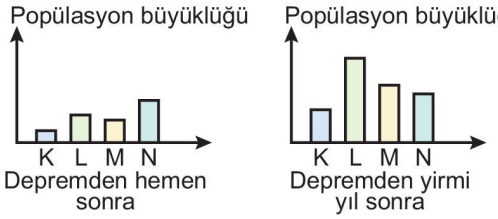
**9.** Aşağıdaki grafik bir gölde yaşayan beş canlı türünün birey sayısının sudaki ağır metal miktarına bağlı değişimini göstermektedir.




**Buna göre numaralandırılmış canlılardan hangisi, sudaki ağır metal birikiminin gösterge türü olarak düşünülebilir?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

**10.** Aşağıdaki grafikler büyük bir depremin yaşandığı bir ekosistemde, depremden hemen sonraki ve depremden yirmi yıl sonraki popülasyonların büyüklüğünü göstermektedir.




**Buna göre,**

I. Bu ekosistemde birincil süksesyon gerçekleşmiştir.

II. Yirmi yıl içinde dört popülasyonun da yoğunluğu artmıştır.

III. Depremden yirmi yıl sonra biyoçeşitlilik azalmıştır.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

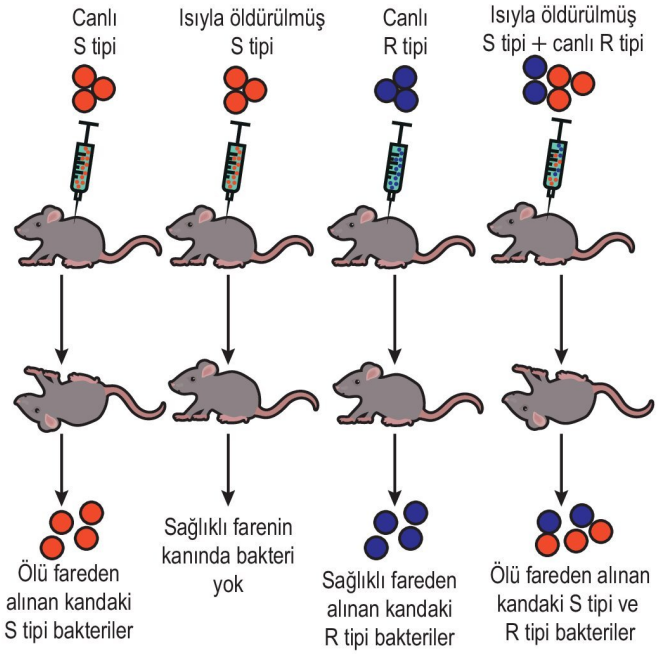
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

3D YAYINLARI

## NÜKLEİK ASİTLERİN KEŞFİ VE ÖNEMİ

- Nükleik asitlerin varlığını ilk olarak 1869 yılında Friedrich Miescher somon balığının sperm hücresinin ve akyuvar hücrelerinin çekirdeğinde tespit etmiş, çekirdekteki asit özellikteki bu maddelere **nüklein** adını vermiştir. Daha sonra nüklein çekirdek asidi anlamına gelen **nükleik asit** adını almıştır.
- Sonraki yıllarda yapılan çalışmalar nükkeik asitlerin sadece çekirdekte değil mitokondri, ribozom ve kloroplast gibi organellerde ve prokaryot canlıların sitoplazmasında bulunduğunu göstermiştir.
- 1928 yılında Frederick Griffith kalıtım materyalini aktaran molekülün varlığını belirlemek için deneyler yapmış, ancak bu molekülün ne olduğunu bulamamıştır.
  - Frederick Griffith, yapmış olduğu deneyde *Streptococcus pneumoniae* bakterilerinin zatürreye neden olan kapsüllü formu (S suşu) ile zatürre yapmayan kapsülsüz formunu (R suşu) kullanmıştır.

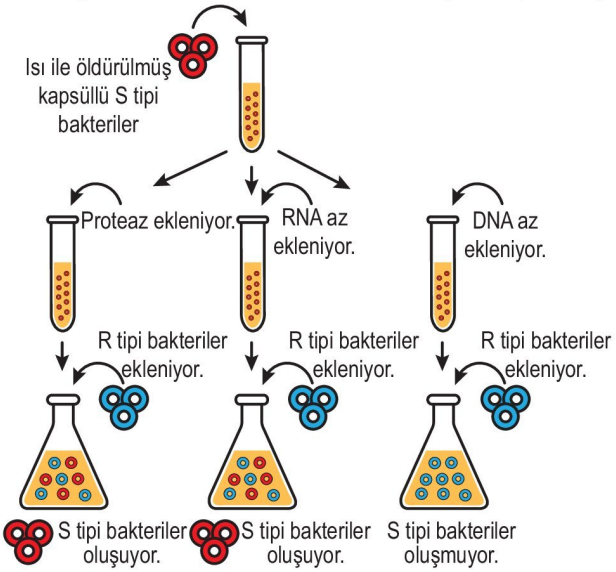



  - *S. pneumoniae*'nin kapsüllü formu (S suşu) fareye enjekte edilmiş ve fareler ölmüştür.
  - *S. pneumoniae*'nin ısıtılarak öldürülmüş kapsüllü formu fareye enjekte edilmiş ve fare yaşamına devam etmiştir.
  - *S. pneumoniae*'nin kapsülsüz formu (R suşu) fareye enjekte edilmiş ve fare yaşamına devam etmiştir.
  - *S. pneumoniae*'nin ısıtılarak öldürülmüş kapsüllü formu ve *S. pneumoniae*'nin kapsülsüz canlı formu karıştırılıp fareye enjekte edilmiş ve fare ölmüştür. Ölen farenin kanı incelendiğinde *S. pneumonie*'nin kapsüllü formuna rastlanmıştır. Bu deney kapsüllü formdaki bir maddenin ortamdaki kapsülsüz formdaki bakteriler tarafından alındığını ve hastalık yapma yeteneği kazandırdığı ispatlar.

**MERAKLISINA**

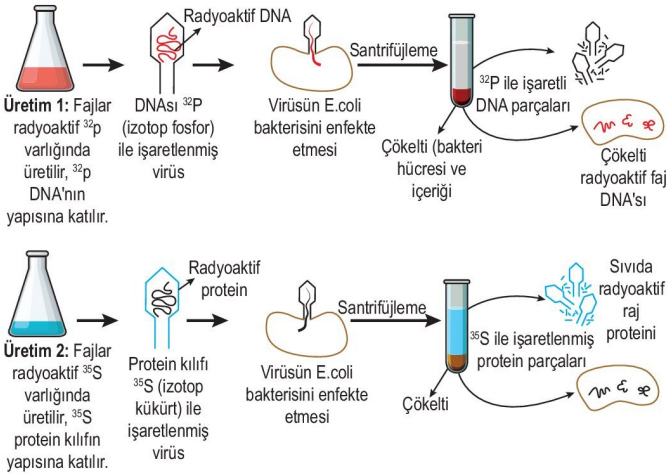
Canlı bakterinin sahip olmadığı özellikleri ölü bakterilerin materyallerinden alarak yeni özellikler kazanmasına **transformasyon** denir.

- Griffith'in deneylerinden yaklaşık yirmi yıl sonra Oswald Avery, Maclyn McCarty ve Colin MacLeod kalıtım materyalini aktaran molekülün DNA olduğunu ispatlamıştır.




  - Bu bilim insanları deneylerinde S suşu bakterileri çeşitli çözeltilerden geçirip enzimlerle parçalamışlar, DNA, RNA, karbonhidrat, lipit ve protein moleküllerini izole etmişler, bu moleküllerden hangisinin dönüşüme neden olduğunu araştırmışlardır.
  - Deneylerinin sonucunda sadece DNAaz enzimi ile müdahale edilen özütteki kapsülsüz R formu bakterilerinin kapsül yapma yeteneği kazanmadığını, bunun nedeninin ise kapsüllü S formu bakterilere ait DNA molekülünün parçalanması olduğunu belirlemişlerdir.
- 1950 yılında Rosalind Franklin, DNA zincirlerinin X ışını kırınımı fotoğrafını çekmiş, DNA'nın belli aralıklarla tekrarlayan sarmal yapıya sahip olduğunu göstermiştir.
- 1953 yılında James Watson ve Francis Crick DNA'nın çift sarmal modelini ortaya koymuş, ayrıca adenin-timin, guanin-sitozin eşleşmesinin olduğunu, bazların sarmalın iç kısmında, şeker ve fosfatın sarmalın dış kısmında bulunduğunu belirlemiştir.
- Martha Chase ve Alfred Hershey, yaptıkları deneyde iki faj grubundan birincisinin DNA'sını işaretlemek için fosforun radyoaktif izotopunu ($^{32}p$), ikincisinin protein kılıfını işaretlemek için kükürdün radyoaktif izotopunu ($^{35}S$) kullanmışlar ve bu virüslerin bakteriyi enfekte ederek çoğalmasını sağlamışlardır. Deney sonucunda radyoaktif işaretli fajin protein kılıfının bakterinin dışında kaldığını, radyoaktif işaretli fajın DNA'sının ise bakterinin içinde bulunduğunu belirlemişlerdir. Protein kılıfın bakteriye girmemesi, faj DNA'sının ise bakteri hücresinin içine girmesinden yola çıkarak fajın kalıtım materyalinin protein değil DNA olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

3D YAYINLARI




## Nükleik Asitlerin Çeşitleri ve Görevleri

- Metabolik olayları denetleyen ve genetik özelliklerin aktarımını sağlayan organik yapılı moleküllere **nükleik asit** denir.
- Nükleik asitlerin DNA (deoksiribonükleik asit) ve RNA (ribonükleik asit) olmak üzere iki çeşidi vardır.
- Nükleik asitlerin yapı birimleri **nükleotit**lerdir.

**Shorts 23**

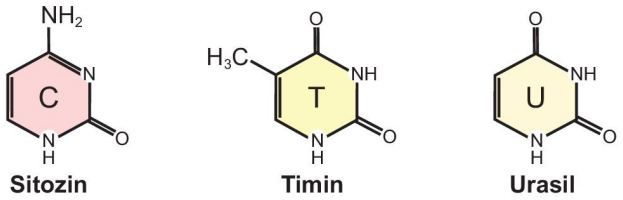
**Henüz 37 yaşındayken vefat eden Rosalind Franklin kimdir?**

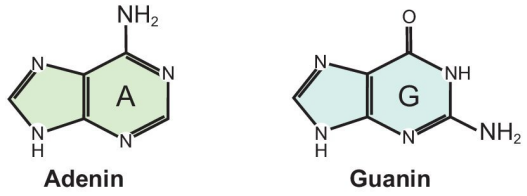
**Bir nükleotidin yapısında;**

- azotlu organik baz,
- beş karbonlu şeker,
- fosfat grubu ($PO_4^{-3}$)

bulunur.

- Azotlu organik bazların adenin (A), timin (T), guanin (G), sitozin (C veya S) ve urasil (U) olmak üzere beş çeşidi vardır.
  - A, G ve C DNA ve RNA da,
    U sadece RNA'da,
    T sadece DNA'da bulunur.
  - Azotlu organik bazlar çift halkalı **pürinler** ve tek halkalı **pirimidinler** olmak üzere iki grupta incelenir.
    - Pürin bazları A ve G,
    - Pirimidin bazları ise C, T ve U'dur.

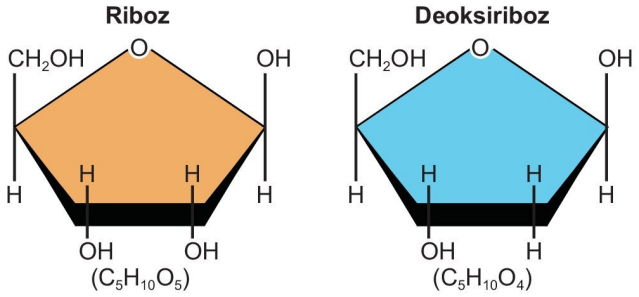


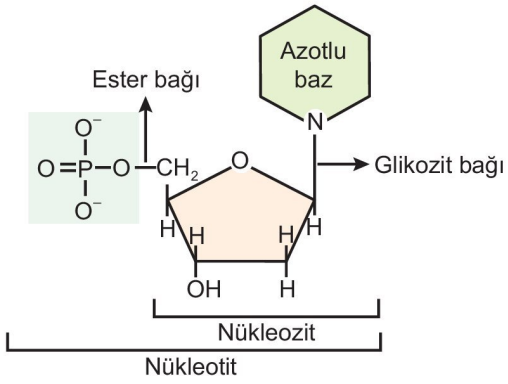

- Beş karbonlu şekerlerden deoksiriboz DNA'nın, riboz ise RNA'nın yapısına katılır.

**NOT**

Deoksiribozun ribozdan farklı bir oksijen atomunun eksik olmasıdır.




- Fosfat grubu tüm nükleotitlerde aynıdır ve bulundurduğu oksijenler negatif yüklüdür. Fosfat grupları nükleik asitlerin asit özelliği kazanmasını sağlar.
- Azotlu organik baz ile beş karbonlu şekerin **glikozit bağı** ile bağlanması sonucu oluşan moleküle **nükleozit**; nükleozite fosfat gruplarının **ester bağı** ile bağlanması sonucu oluşan moleküle ise **nükleotit** adı verilir.




**NOT**

Nükleotitler bulundurdukları azotlu organik baz ve beş karbonlu şeker çeşidine; nükleik asitler ise bulundurdukları beş karbonlu şeker çeşidine göre adlandırılır.

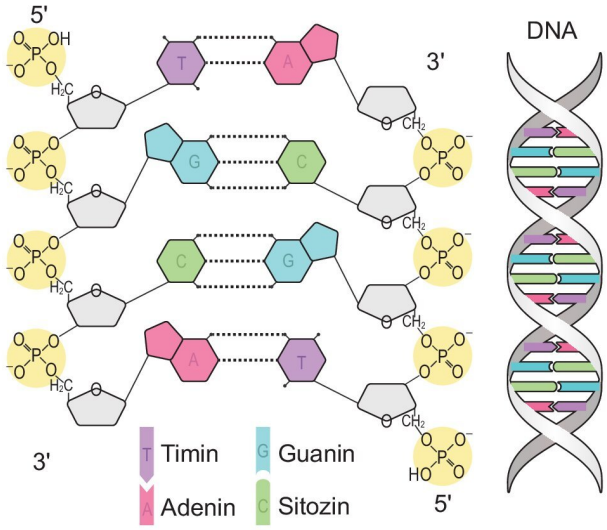
3D YAYINLARI

➜ Hücrelerde dördü DNA molekülünün, dördü de RNA molekülünün yapısında olmak üzere toplam sekiz çeşit nükleotit bulunur.

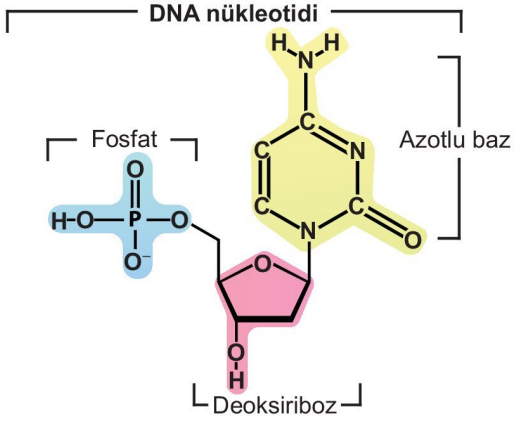
## DNA (Deoksiribonükleik Asit)

➜ DNA molekülünün modellenmesini ilk kez 1953 yılında James Watson ve Francis Crick yapmış olup günümüze kadarki çalışmalar sonucu DNA ile ilgili şu bilgilere ulaşılmıştır.

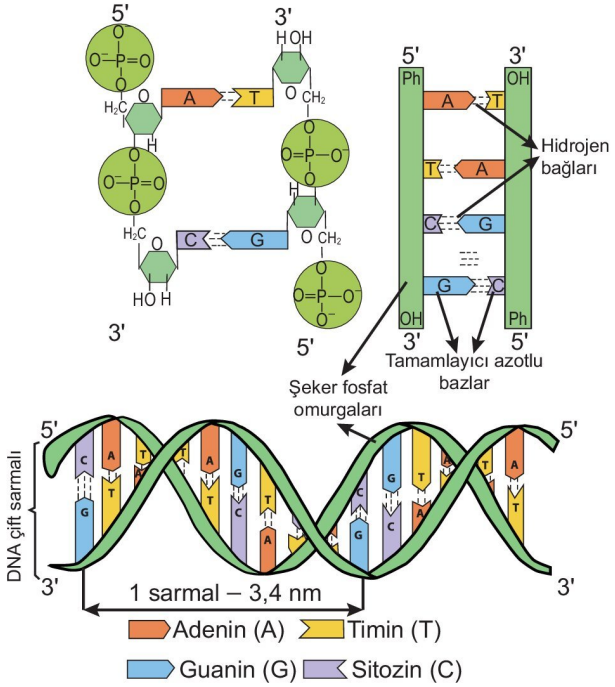
- DNA molekülü ip merdivene benzer. Bu merdivenin basamakları organik bazlardan, yan tarafındaki ipler ise şeker ve fosfat moleküllerinden oluşur.




- DNA çift zincirli ve sağa sarmal yapan bir moleküldür. Sarmalı oluşturan zincirler birbirinin tamamlayıcısıdır ve nükleotitlerden oluşur.




- Polinükleotit yapıda olan zincirdeki nükleotitler arasında **fosfodiester bağları** bulunur. Fosfodiester bağıyla bağlı deoksiriboz - fosfat omurgası sarmalın dış kısmında, azotlu organik bazlar ise sarmalın iç kısmında bulunur.




- DNA molekülünün bir sarmalındaki adenin diğer sarmaldaki timin ile, guanin ise sitozin ile eşleşir. Bu eşleşme sırasında adenin ile timin arasında iki hidrojen bağı, guanin ile sitozin arasında ise üç hidrojen bağı kurulur.

**NOT**

DNA'yı oluşturan nükleotitlerin fosfat grupları negatif yüklü olduğundan karşılıklı ipliklerdeki nükleotitler birbirini iter. Karşılıklı ipliklerdeki azotlu organik bazlar ise aralarında hidrojen bağları kurarak birbirlerine yaklaşmaya çalışır. Bu iki olay DNA molekülünün sarmal yapıda olmasını sağlayan en etkili olaylardır.

**MERAKLISINA**

DNA sarmalının çapı 2 nm, bir zincirindeki iki nükleotit arası mesafe 0,34 nm, tam bir sarmalın boyu ise 3,4 nm olup bu değerlerin canlıların DNA çeşitliliğinde etkisi yoktur.

DNA molekülündeki A sayısı daima T sayısına, G sayısı daima C sayısına eşittir.

Bu nedenle $\frac{A}{T} = 1$, $\frac{G}{C} = 1$ dir.

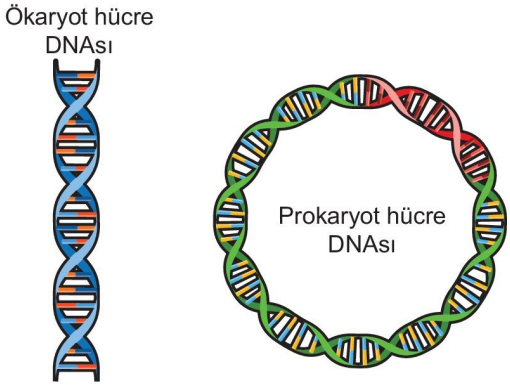
$\frac{\text{Pürinler}}{\text{Pirimidinler}} = \frac{A+G}{T+C} = 1$ dir. $\frac{\text{Deoksiriboz sayısı}}{\text{Fosfat sayısı}} = 1$ dir.

$\frac{A+T}{G+C}$ oranı farklılık gösterebilir ve bu oran aynı tür canlılarda aynıdır.

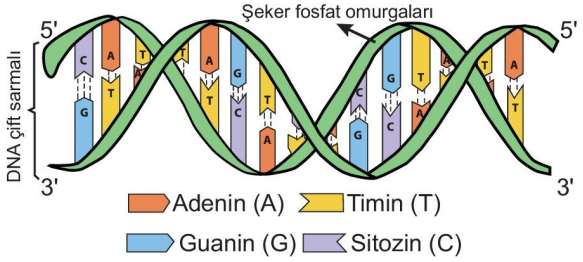
- DNA'daki polinükleotit zincirlerinin oluşturduğu çift sarmalın dayanıklılığını G + C oranı belirler. Çünkü G + C oranının fazla olması, aralarında üç hidrojen bağı kurulduğundan DNA sarmalının dayanıklılığını artırır.

YAYINLARI

- Toplam nükleotit sayısı aynı olan iki DNA molekülünden G + C oranı fazla olanının iki ipliğini ayırmak için gerekli ısı miktarı diğerinden yüksektir.
- DNA genetik bilgileri taşır.
- DNA molekülü ökaryot hücrelerde çekirdek, mitokondri ve plastitlerde, prokaryot hücrelerde ise sitoplazmada bulunur.
- Prokaryot hücrelerin DNA'sı halkasal, ökaryot hücrelerin DNA'sı doğrusal yapılıdır. Bu nedenle ökaryot hücre DNA'sındaki fosfodiester bağı sayısı nükleotit sayısından iki eksik iken prokaryot hücre DNA'sındaki fosfodiester bağı sayısı nükleotit sayısına eşittir.




- DNA'yı oluşturan nükleotitlerin sırası ve sayısı canlıya özgüdür. Sağlıklı bir bireyin tüm vücut hücrelerinin DNA miktarı ve DNA nükleotit dizilimi aynıdır. Ancak doku ve organların oluşumu sırasında hücrelerin DNA'larının aktif gen bölgeleri değişkenlik gösterdiğinden gelişen hücrelerin şekil, görev ve protein yapıları farklılık gösterir.
- Hücre bölünmesi öncesinde DNA kendini eşleyerek genetik özelliklerin aktarılmasını sağlar.
- DNA, üzerinde bulunan genlerdeki dizilime göre RNA sentezi yapar.
- DNA sarmalını oluşturan zincirler antiparalel olarak konumlanmıştır. İki zincirin yöneldiği doğrultu farklıdır. DNA ipliklerden birinin sonundaki deoksiribozun beşinci karbon atomuna fosfat (5' ucu), aynı ipliğin diğer ucundaki deoksiribozun üçüncü karbon atomuna ise hidroksil grubu (3' ucu) bağlıdır. Bu ipliğin yönü 5' → 3' şeklindedir. Karşısındaki ipliğin uçları ise bu ipliğe ters konumlanmış olup 3' → 5' yönündedir.

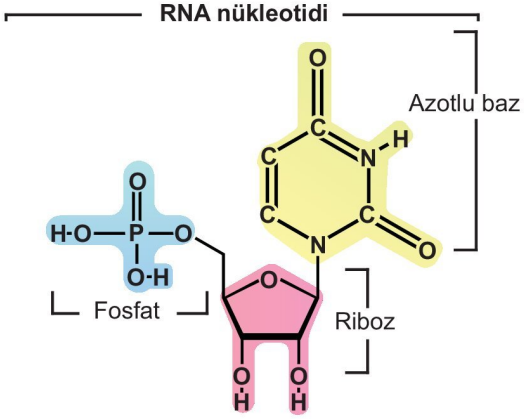



**MERAKLISINA**

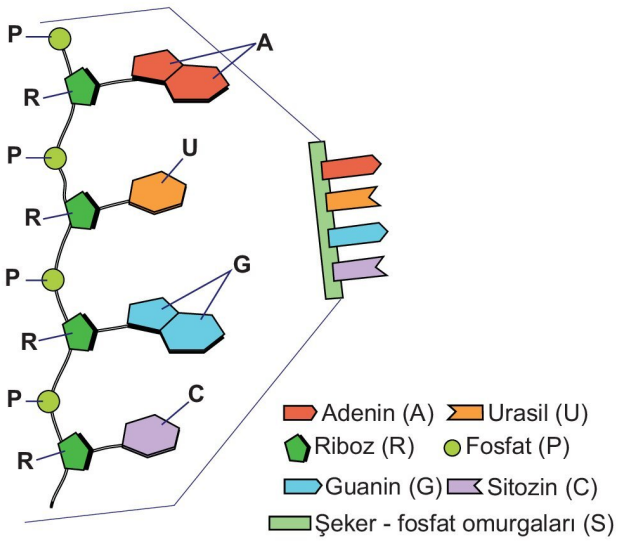
DNA zincirleri oluşturulurken sadece 3' ipliğinin ucuna nükleotit eklemesi yapılabilir.

## RNA (Ribonükleik Asit)

- Ökaryot hücrelerde çekirdekte, sitoplazmada, plastitlerde mitokondride ve ribozomun yapısında bulunur.
- Prokaryot hücrelerde sitoplazmada ve ribozomun yapısında bulunur.
- Tek polinükleotit zincirinden oluşur.
- RNA'nın yapısındaki nükleotitler azotlu organik baz olarak adenin, guanin, sitozin veya urasil; beş karbonlu şeker olarak riboz ve fosfat bulundurur.




- RNA nükleotitleri fosfodiester bağları ile bağlanarak RNA'yı oluşturur.
- RNA katlanmalar yapabilir. Bu katlanmalar sırasında adenin azotlu bazı urasil ile guanin azotlu bazı ise sitozin ile eşleşir.



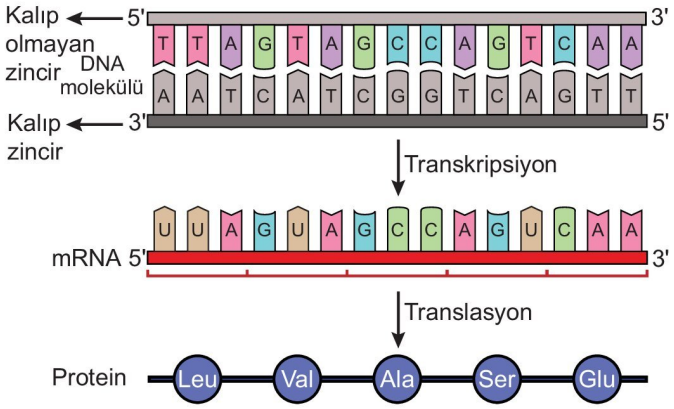

- RNA tek zincirli bir molekül olduğundan adenin azotlu bazının sayısı urasil azotlu bazı sayısına, sitozin azotlu bazının sayısı ise guanin azotlu bazı sayısına eşit olmak zorunda değildir.
- RNA kendini eşleyemez, hücrelerdeki tüm RNA çeşitleri DNA'da bulunan genlere göre DNA'dan sentezlenir.
- Bazı virüslerin kalıtım materyali RNA olup bu virüslerde kalıtsal bilgiler RNA tarafından yeni nesillere aktarılır.
- RNA çeşitlerinin tümü protein sentezinde görev yapar.

3D YAYINLARI

- Hücrelerde mesajcı RNA (mRNA), taşıyıcı RNA (tRNA) ve ribozomal RNA (rRNA) olmak üzere üç çeşit RNA bulunur.

### mRNA

- Hücrede en az oranda bulunan RNA çeşididir (%5).
- DNA'nın protein sentezine emir veren gen bölgesindeki bilgiyi yani mesajı ribozama taşır ve ribozama bağlanarak kalıp görevi görür.
- Bir mRNA çeşidinde sentezlenecek olan proteine ait amino asitlerin çeşidi, sayısı ve sırası ile ilgili bilgi bulunur.
- mRNA sentezi sırasında DNA zincirlerinden sadece biri kalıp olarak kullanılır.
- mRNA'da amino asit ifade eden üçlü baz dizilimlerine **kodon** denir.
- Kalıp zincirden mRNA sentezlenirken DNA'daki adeninin karşısına mRNA'da urasil; DNA'daki guaninin karşısına mRNA'da sitozin; DNA'daki timinin karşısına mRNA'da adenin ve DNA'daki sitozinin karşısına RNA'da guanin gelir.



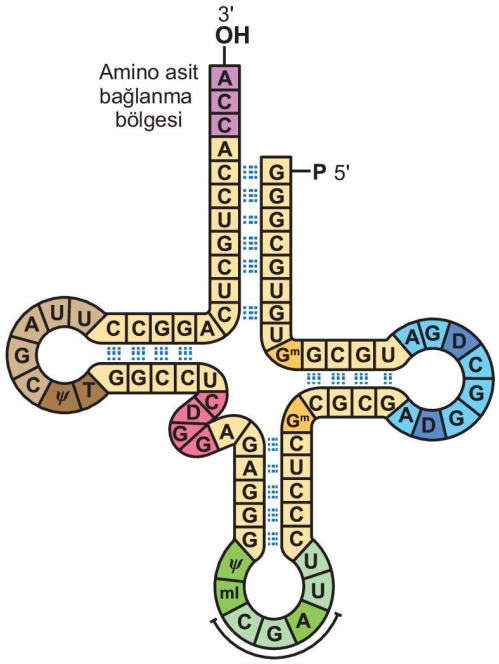

- Hücrelerdeki mRNA çeşidi sayısı sentezlenen polipeptit çeşidi sayısına eşittir.
- Aynı protein çeşidinin seri üretimi sırasında aynı mRNA çeşidi kalıp olarak tekrar tekrar kullanılabilir
- Hücrede işi biten mRNA'lar hidroliz edilir.

**NOT**

Bir canlının aynı dokusunda bulunan hücrelerin sentezlediği mRNA'ların nükleotit dizilimleri farklılık gösterebilirken farklı dokularında bulunan hücrelerin sentezlediği mRNA'ların nükleotit dizilimleri aynı olabilir.

### tRNA

- Protein sentezinde kullanılacak olan amino asitleri sitoplazmadan ribozoma taşıyan RNA çeşididir.
- Toplam RNA çeşitlerinin %15'ini oluşturur.
- İlk üretildiğinde tek zincir şeklinde olan birincil yapıdaki tRNA'lar sitoplazmada kendine özgü katlanmalar yaparak çift zincirli yonca yaprağına benzer ikincil yapıyı oluşturur.
- İkincil yapının oluşmasında karşılıklı gelen nükleotitler arasındaki zayıf hidrojen bağları rol oynar.
- İkincil yapının kendine özgü katlanması ile üçüncül yapı oluşur. Bu yapının oluşumunda da hidrojen bağları görevlidir.
- En küçük ve dayanıklı RNA çeşidi olup yaklaşık 80 nükleotitten oluşur.
- tRNA'nın 3' ucunda amino asidi tanıyan ve taşıyan kısım bulunur.




**tRNA'nın yapısı**

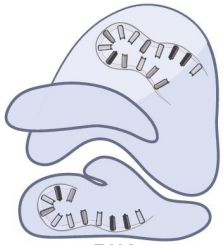
- tRNA'nın mRNA'daki kodona karşılık gelen bölümüne **antikodon** adı verilir.
- Tekrar tekrar kullanılabilir.
- Protein sentezi sırasında en fazla yirmi çeşit amino asit kullanılabilir. Bu amino asit çeşitlerinin ribozoma taşınmasında en az yirmi çeşit tRNA görev yapar.

**NOT**

Bazı amino asitler birden çok tRNA çeşidi tarafından taşınabilir.

### rRNA

- Hücrede en çok oranda bulunan RNA çeşididir (%80).
- Proteinle birlikte ribozomun yapısında katılır.



**rRNA**

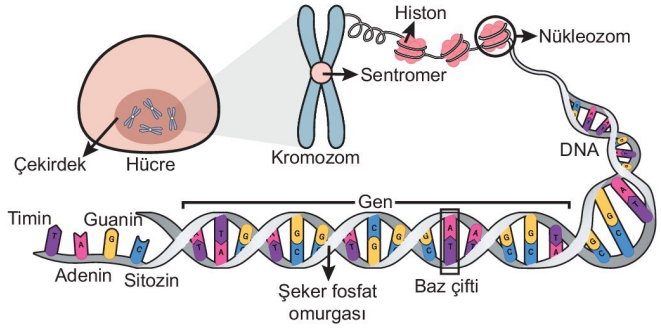
- Ökaryot hücrelerde çekirdekçikte sentezlenir. Sentezlenen rRNA'lar proteinlerle birleşerek ribozomun alt birimlerini oluşturur. Yapımı biten alt birimler çekirdek porlarından sitoplazmaya geçer.
- Ribozomlarda mRNA ve tRNA ile etkileşim halindedir.
- Enzim gibi davranarak ribozoma getirilen amino asitler arasında peptit bağı kurulmasını sağlar.
- Yapısında zayıf hidrojen bağları bulunur.

**NOT**

Prokaryot hücrelerde tüm RNA çeşitleri sitoplazmada sentezlenir.

## Hücredeki Genetik Materyalin Organizasyonu

- Hücrelerdeki en büyük kalıtım birimi kromozomdur.
  - Aynı tür canlıların kromozom sayısı genellikle aynıdır.
  - Farklı tür canlıların da kromozom sayısı aynı olabilir.
  - Kromozom sayısının aynı olması canlıların akraba olduğunu veya kromozom sayısının fazla olması canlının evrimsel olarak gelişmişliğini göstermez.
- Kromozomlar kromatin ipliklerden oluşur.
- **Kromatin iplikler** ise DNA'nın histon proteinleri ile sarılması sonucu oluşur.
- Ökaryotlarda bir DNA ipliği, sekiz histondan oluşan bir kümenin etrafında iki kez dolanarak **nükleozomu** oluşturur.
- Bir polipeptidin ya da bir mRNA molekülünün sentezine emir veren DNA bölgesine **gen** adı verilir.



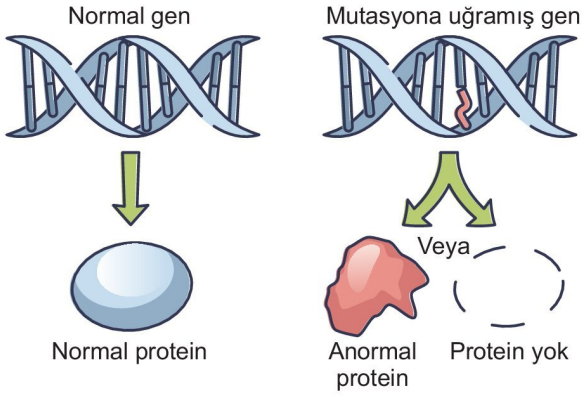

**Hücrelerdeki genetik materyalin organizasyonu**

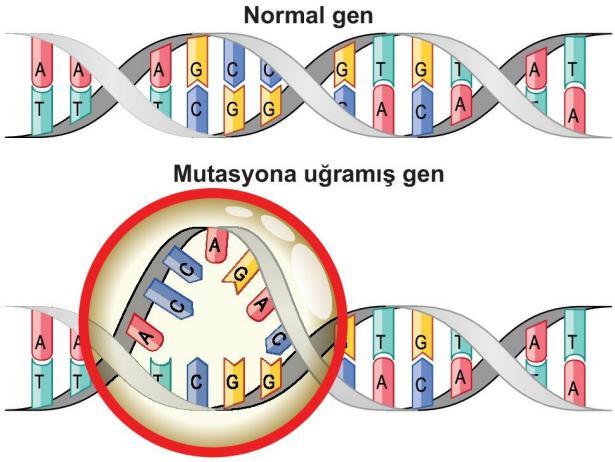
- Genler çok sayıda nükleotitten oluşur ve canlıda tüm metabolik faaliyetler ile ilgili bilgileri içerir.
- DNA'daki genlerde bulunan bilgiler RNA'lar aracılığıyla proteinlere dönüştürülür. Üretilen proteinler ise metabolik olayları denetler.

**NOT**

DNA'daki protein genleri mRNA şifreleyerek mRNA ara ürünü üzerinden protein sentezletirken RNA genleri rRNA'ları ve tRNA'ları şifreler.

- Genlerde meydana gelen değişimlere **mutasyon** adı verilir. Mutasyonlar genellikle ölümcüldür. Bazen de hatalı proteinlerin sentezlemesine ve genetik hastalıkların oluşmasına neden olabilir.



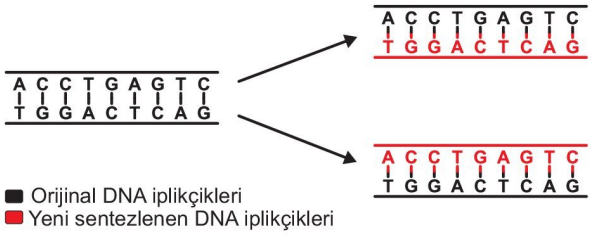

**NOT**

Prokaryot canlılarda tek bir kromozom bulunurken ökaryot canlılarda çok sayıda kromozom bulunur. Prokaryot canlılardan olan bakterilerin DNA'sı histon proteinleri ile sarılı değildir. Bazı arkelerin ve ökaryot hücrelerin DNA'ları histon proteinleri ile sarılarak kromozomları oluşturur.

## DNA'nın Kendini Eşlemesi (Replikasyon)

- DNA'nın kendini eşlemesine **replikasyon** denir.
- Replikasyon hücre bölünmesi başlamadan önce interfazda gerçekleşir ve kalıtım bilgisinin yeni oluşacak hücrelere eşit miktarda aktarılması sağlanır.
- DNA kendini yarı korunumlu olarak eşler. Yarı korunumlu eşlenme sırasında çift sarmal yapılı DNA iplikleri birbirinden ayrılır, her iki iplik de kalıp görevi yapar ve ayrılan ipliklerin karşısına yeni iplikler sentezlenerek aynı nükleotit dizilimine sahip iki DNA molekülü oluşur. Oluşan DNA moleküllerinin birer ipliği ana DNA'nın bir zincirini taşıyan eski iplik, diğeri ise yeni sentezlenen iplik olduğundan bu eşlenmeye **yarı korunumlu eşlenme** adı verilir.

3D YAYINLARI



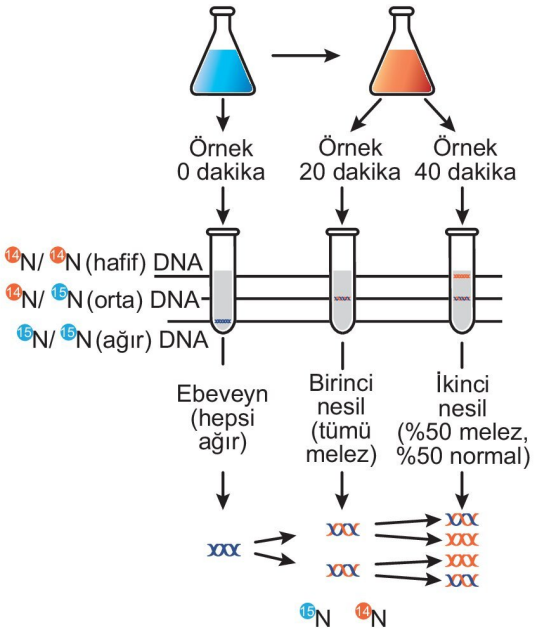

➜ Matthew Meselson ve Franklin Stahl 1958 yılında yapmış oldukları deneyler ile DNA'nın yarı korunumlu eşlendiğini kanıtlamışlardır.

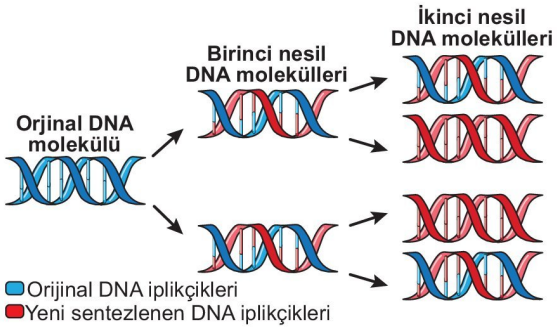
- Meselson ve Stahl deneylerinde $^{14}N$ ve $^{15}N$ içeren besi ortamı ve *E. coli* bakterilerini kullanmışlardır.

  $^{14}N$: Normal azot

  $^{15}N$: Azotun ağır izotopu

- Meselson ve Stahl $^{15}N$ içeren besi ortamında *E. coli* bakterisini çoğaltarak oluşan *E. coli* bakteri DNA'larının $^{15}N$ içermesini sağlamışlar, bu DNA'ları izole edip santrifüj ettiklerinde ise deney tüpünün alt kısmında bantlaşma gözlemlemişlerdir. Bunun nedeninin oluşan bakteri DNA'larının ağır izot içermesi ($^{15}N$ $^{15}N$) olduğunu belirtmişlerdir.
- DNA'ları $^{15}N$ içeren bakteriler $^{14}N$ içeren ortamda bir nesil çoğaltıldığında oluşan bakterilerden izole edilen DNA'lar santrifüj edildiğinde deney tüpünün ortasında bantlaşma gözlemlemişlerdir.Bunun nedeninin ise oluşan bakteri DNA'larının ipliklerinden birinin $^{14}N$, diğerinin $^{15}N$ taşıması olduğunu belirtmişlerdir.
- Melez DNA ($^{14}N$ $^{15}N$ ) bulunduran birinci nesil bakterileri $^{14}N$ içeren ortamda çoğaltarak oluşan bakterilerden izole edilen DNA'lar santrifüj edildiğinde deney tüpünün ortasında ve üst kısmında bantlaşma gözlemlemişlerdir. Bu durumun nedeninin oluşan bakterilerin %50'sinin normal azotlu DNA molekülü ($^{14}N$ $^{14}N$ ), %50'sinin ise melez DNA molekülü ($^{14}N$ $^{15}N$) bulundurması olduğunu belirtmişlerdir.




**NOT**

Replikasyon sonucunda oluşacak DNA molekülü sayısı $2^n$ ile hesaplanabilir (n: eşleşme sayısı). Eğer ağır azotlu DNA molekülü ($^{15}N$ $^{15}N$) normal azotlu bazlar içeren besi ortamında 3 kez eşlenirse toplam $2^3 = 8$ DNA molekülü oluşur. Bu moleküllerden iki tanesi ana DNA zincirlerinden birer tanesini taşıyacağından ve diğer tüm DNA zincirleri yeni sentezleneceğinden 8 DNA molekülünden ikisinin melez ($^{14}N$ $^{15}N$ ), altısının ise normal zotlu ($^{14}N$ $^{14}N$) olması beklenir.

➜ DNA replikasyonu sırasında;

- dört çeşit deoksiribonükleotit,
- DNA polimeraz enzimleri (DNA polimeraz I ve DNA polimeraz III)
- DNA ligaz enzimi
- helikaz enzimi
- RNA primerleri
- kalıp DNA molekülü
- DNA polimeraz aktivitesi için $Mg^+$ iyonları

gereklidir.

➜ Replikasyon prokaryot hücrelerde sitoplazmada; ökaryot hücrelerde ise çekirdekte gerçekleşir.

**NOT**

Kloroplast ve mitokondrinin de halkasal yapılı DNA molekülü vardır ve bu organellerde de replikasyon gerçekleşir.

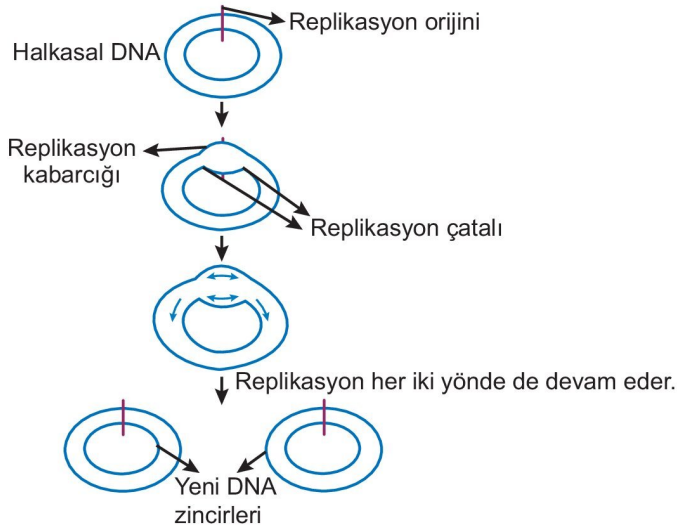
➜ Prokaryot ve ökaryot hücrelerde küçük farklılıklar olsa da replikasyon mekanizması aynıdır.

➜ Replikasyon sürecinde;

- Replikasyon orijini belirlenir (replikasyon başlangıç noktasına replikasyon orijini denir).
- Replikasyon orijininden iki zincir ters yönden ayrılmaya başlar, replikasyon çatalı ortaya çıkar ve replikasyon süresince ilerler.

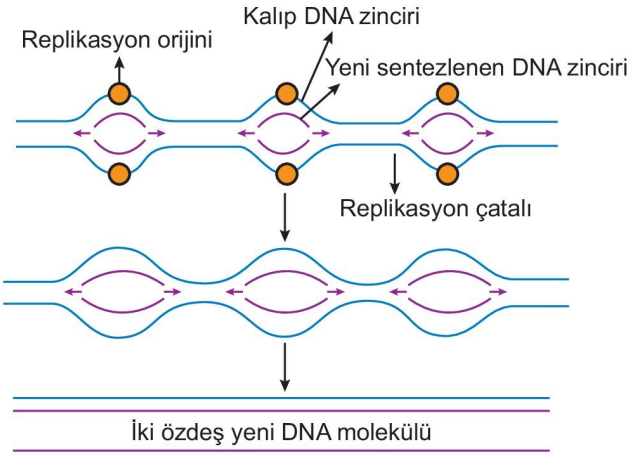
➜ Prokaryot hücrelerde DNA halkasaldır ve replikasyon tek bir replikasyon orijininden başlayarak iki yönde ilerleyip tek bir noktada sonlanır.

YAYINLARI

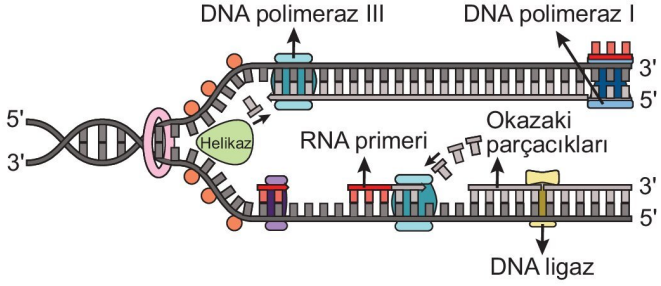



**NOT**

Prokaryot hücrelerde DNA molekülü ökaryot hücrelerindekine göre daha kısa ve DNA polimerazın nükleotit ekleme hızı daha fazla olduğu halde ökaryot hücrelerde DNA replikasyonu daha kısa zamanda tamamlanır. Bunun nedeni ökaryot hücre DNA'sında fazla sayıda replikasyon orijininin oluşturulmasıdır.




➜ Ökaryot hücrelerde DNA doğrusaldır ve replikasyon sırasında çok sayıda replikasyon orijini oluşur.



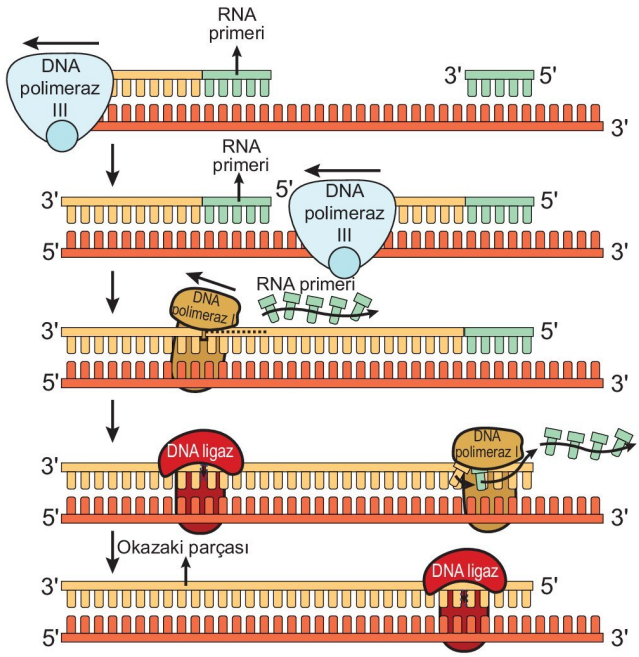

**DNA replikasyon mekanizması**

- DNA replikasyonunun başlaması ile birlikte replikasyon orijinlerine bağlanan helikaz enzimi DNA'nın sarmal yapısını açar. Bu enzim ayrıca karşılıklı zincirlerde bulunan azotlu bazlar arasındaki zayıf hidrojen bağlarını kırarak zincirleri birbirinden ayırır.
- Ayrılan DNA zincirleri replikasyon için kalıp görevi görür.
- DNA polimeraz enzimi yeni zincirlerini sentezinde görev alır. Ancak polinükleotidin sentezini başlatmaz. Sentezi kısa bir RNA primeri başlatır (Bu RNA primerleri daha sonra DNA polimeraz I ile çıkarılır ve RNA primerlerinin yerine DNA nükleotitleri getirilir).
- DNA polimeraz III, primer zincirlerinin 3' ucuna nükleotitleri ekleyerek yeni zincirleri sentezler. Bu enzim ayrıca DNA zincirinde oluşan hataların onarımında da görev yapar.
- DNA ligaz enzimi DNA replikasyonu sırasında oluşan DNA parçacıkları arasındaki boşlukları kapatır. Birbirini izleyen DNA parçacıklarını fosfodiester bağıyla bağlar ve tam bir zincir oluşumunu sağlar.

DNA replikasyonunda gerçekleşen olaylar şöyle özetlenebilir.

- Özel enzimler replikasyon orijinini tanır. Replikasyon bu orijinden iki yöne doğru ilerler, replikasyon kabarcığı oluşur. Bu kaparcıkların her bir ucunda replikasyon çatalı bulunur. Bu noktalarda ata DNA çözünmüş haldedir. Çözünme işleminde DNA helikaz görev alır.
- Atasal DNA'nın zincirlerine bağlanan proteinler zincirlerin birleşmesini önler. Bu zincirler yeni zincirler için kalıp görevi yapar.
- RNA primeri yeni DNA zincirinin sentezini başlatır.
- RNA primerinin 3' ucuna DNA polimeraz III enzimi kalıp DNA zincirine uygun nükleotitleri ekler.
- Açılan DNA zincirlerinden 3' → 5' yönündeki ipliğin karşısına 5' → 3' yönünde ve kesintisiz olarak yeni iplik sentezlenir. Ancak bu yönde nükleotit eklemesi yapamayan DNA polimeraz III, 5' → 3' yönündeki ipliğin açılan replikasyon çatalının uç kısmını 3' ucu kabul eder ve karşısına 5' → 3' yönünde sentezlenen diğer yeni ipliğin sentez yönüne ters olacak şekilde DNA ipliği parçacıklarını üretir. Replikasyon çatalları açıldıkca aynı şekilde DNA ipliği parçacıkları üretilir. Bu parçacıklara **Okazaki parçacıkları** denir. Okazaki parçacıklarını DNA ligaz birbirine bağlar.

3D YAYINLARI




**Shorts 24**

**DNA replikasyonunda ve protein sentezinde görevli enzimlerin farkları nelerdir ?**

## ETKİNLİK 1

**Aşağıdaki tabloda verilen özelliklerin ait olduğu molekülleri altındaki boş alanı " ✔" işareti ile işaretleyerek belirleyiniz.**

| Özellik | DNA | RNA |
|---|---|---|
| Polinükleotitlerden oluşur. | | |
| Çift iplikli ve sarmal yapılıdır. | | |
| Kendini eşleme özelliği yoktur. | | |
| Daima pürin bazı kadar pirimidin bazı içerir. | | |
| Bulundurduğu nükleotit sayısı kadar pentoz içerir. | | |
| Protein sentezinde görev yapar. | | |
| Proteinlerle birlikte nükleoprotein yapıyı oluşturabilir. | | |

## ETKİNLİK 2

**Aşağıda verilen moleküllerin hassas bir terazide tartılması sonucu belirlenen moleküler ağırlıklar arasındaki ilişkiyi >, < ve = işaretlerini kullanarak kutucukları doldurunuz.**

| | | |
|---|---|---|
| Adenin deoksiribonükleotit | | Adenin ribonükleotit |
| Guanin deoksiribonükleotit | | Sitozin deoksiribonükleotit |
| Timin deoksiribonükleotit | | Timin deoksiribonükleozit |
| Urasil ribonükleotit | | Adenin ribonükleozit |

## ETKİNLİK 3

**Aşağıdaki tabloda ökaryot hücrede replikasyon sırasında görev yapan enzimler ile enzimlerin işevleri verilmiştir. İlgili enzimler ile işlevlerini eşleştiriniz.**

| | |
|---|---|
| DNA ligaz (1) | a. DNA sarmalını açar ve hidrojen bağlarını kırar. |
| Helikaz (2) | b. Yeni zincirlere nükleotit eklemesi yapar. |
| DNA polimeraz (3) | c. Parçalı üretilen DNA zincirlerini birbirine bağlar. |

## BECERİ TEMELLİ SORU 1

Nükleik asit sentezi için uygun tüm koşulların sağlandığı bir otamda bulunan moleküller aşağıda verilmiştir.

5000 adenin bazı
7000 timin bazı
2000 urasil bazı
3000 guanin bazı
4000 sitozin bazı
7000 fosfat
3000 deoksiriboz
3000 riboz

**Buna göre bu ortamda sentezlenen tüm nükleotit çeşitlerini aynı miktarda içeren doğrusal DNA molekülü ve RNA molekülünde;**

I. glikozit bağı,
II. nükleotit,
III. fosfodiester bağı,
IV. pürin bazı

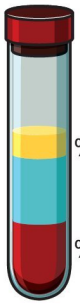
**verilenlerden hangilerinin sayısının aynı olması beklenir?**

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV
D) I, II ve IV E) I, II, III ve IV

YAYINLARI

## BECERİ TEMELLİ SORU 2

Normal azotlu bazlar içeren bir DNA molekülünün ($^{14}N$ $^{14}N$), ağır azotlu bazlar içeren ortamda ardışık eşlenmeleri sonucu oluşan DNA moleküllerinin santrifüj sonucu aşağıda verilmiştir.



%25 melez DNA

%75 Ağır azotlu DNA

**Başlangıçtaki normal azotlu DNA molelülündeki deoksiriboz sayısı (x) ve adenin bazı sayısı (y) bilindiğini göre,**

I. Normal azotlu DNA molekülü bu ortamda üç kez eşlenmiştir.

II. Eşleşmeler sonucu oluşan DNA moleküllerinin nükleotit dizimlerinin normal koşullarda aynı olması beklenir.

III. Eşlenmeler sırasında ortamdan eksilen fosfat sayısı 7x, timin bazı sayısı ise 7y'dir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 1

**Toplam nükleotit sayısı aynı olan doğrusal yapılı iki DNA molekülünden birincisinin yüksek sıcaklığa karşı daha dayanıklı olduğu bilindiğini göre bu durumun nedeni;**

I. birinci DNA molekülündeki guanin ve sitozin bazlarının toplamının ikinci DNA molekülündekine oranla daha fazla olması,

II. birinci DNA molekülündeki zayıf hidrojen bağı sayısının ikinci DNA molekülündekine oranla daha az olması,

III. birinci DNA molekülünün ikinci DNA molekülüne oranla daha fazla fosfodiester bağı içermesi

**verilerden hangileri olabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 2

**DNA ve RNA molekülü ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) tRNA'nın katlanma bölgelerinde, rRNA'da ve DNA sarmalında karşılıklı bazlar arasında zayıf hidrojen bağları kurulur.

B) DNA'daki guanin nükleotidi ile RNA'daki guanin nükleotidinin yapısı tamamen aynıdır.

C) DNA ve RNA polinükleotit yapıdadır.

D) DNA ve RNA'nın yapısında C, H, O, N ve P atomları bulunur.

E) DNA kendini eşlerken RNA'nın kendini eşleme özelliği yoktur.

## BİRE BİR ÖSYM 3

**Aynı sayıda nükleotitten oluşan prokaryot ve ökaryot hücre DNA moleküllerinden ökaryot hücre DNA'sının daha kısa sürede eşlenmesini tamamlamasının nedeni;**

I. ökayot hücre DNA'sında çok sayıda, prokaryot hücre DNA'sında ise bir tane replikasyon orijininin bulunması,

II. ökaryot hücrede DNA polimeraz enziminin nükleotit ekleme hızının prokaryot hücredekine oranla daha yüksek olması,

III. ökaryot hücre DNA'dındaki pürin bazlarının sayısının prokaryot hücre DNA'sındakine oranla daha fazla olması

**verilenlerden hangileridir?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

3D YAYINLARI

## Genetik Şifre ve Protein Sentezi

### Genetik Şifre

- DNA molekülündeki genlerin nükleotit dizisi ve proteinlerin amino asit dizisi arasındaki ilişkiye **genetik şifre** adı verilir.
- Tüm canlıların DNAları dört çeşit nükleotitten oluşur.
- Tek yumurta ikizleri ve eşeysiz üreme sonucu oluşan canlılar hariç diğer tüm canlıların DNA nükleotit dizilimleri kendine özgüdür.
- DNA'daki genlerde bulunan nükleotitler şifreler oluşturarak amino asitleri ifade eder.
- Şifrelenen amino asitler ile sentezlenecek olan proteinler canlıların özelliklerini belirler.
- DNA'da bulunan dört çeşit nükleotidin üçerli gruplar şeklinde dizilmesi ile oluşan şifreye **genetik şifre** veya **genetik kod** denir.
- Genetik şifrelerin 3 nükleotitten oluşması ile $4^3 = 64$ çeşit şifre elde edilir. Bu şifreler protein sentezinde kullanılacak olan 20 çeşit amino asidi ifade etmek için yeterlidir.

**NOT**

Eğer 4 çeşit nükleotit birer birer bir amino asidi şifreleseydi $4^1 = 4$, ikişer ikişer bir amino asidi şifreleseydi $4^2 = 16$ çeşit amino asit şifrelenir, bu da 20 çeşit amino asidin şifrelenmesi için yeterli olmazdı.

- DNA'daki ya da mRNA'daki üçlü nükleotit dizilimlerine **kodon** adı verilir.
- Hücrelerde 64 çeşit genetik şifre ve kodon çeşidi vardır.
- mRNA'lardaki 64 çeşit kodondan üçü amino asit kodlamaz. Bu kodonlara **durdurucu** ya da **sonlandırıcı kodon** denir.

UAA
UGA
UAG
] mRNA kodonları durdurucu kodonlardır.

  - mRNA'daki AUG kodonu ise hem protein sentezini başlatan **başlatma kodonu**dur, hem de 20 çeşit amino asitten biri olan metiyonin amino asidini şifreler.
  - Bu durumda 20 çeşit amino aside karşılık amino asit şifreleyen 61 çeşit kodon bulunur.
- Bazı amino asitler birden fazla kodon çeşidi ile şifrelenebilir.

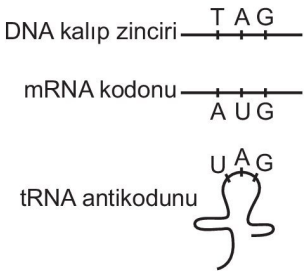
**NOT**

Amino asitler birden fazla kodon çeşidi ile şifrelenmesi canlıyı olası mutasyonlara karşı koruyan bir mekanizmadır. Örneğin valin amino asidi mRNA'da GUU, GUC, GUA ve GUG kodonları ile şifrelenebilir. DNA'daki CAA kodonu bir mutasyon sonucu CAG şeklinde değişse bile bu kodon mRNA'da GUC kodonu olarak yine valin amino asidini şifreleyeceği için protein sentezinde herhangi bir aksaklık oluşmayacaktır.

- Protein sentezi sırasında görevli genin protein sentezine emir veren ipliğine **kalıp zincir,** kalıp zincirin karşısındaki şifre vermeyen zincire ise **kodlayıcı zincir** denir.
- DNA'nın kalıp zincirinden mRNA sentezlenirken genetik kodonun karşısına uygun mRNA kodonu sentezlenir.
- mRNA kodonları ribozomda uygun tRNA antikodonları tarafından okunur.

Örneğin,

- DNA'nın kalıp zincirindeki TAG kodonunun mRNA'daki kodon karşılığı AUC'dir.
- mRNA'daki AUC kodonunu okuyan tRNA'nın antikodonu ise UAG'dir.



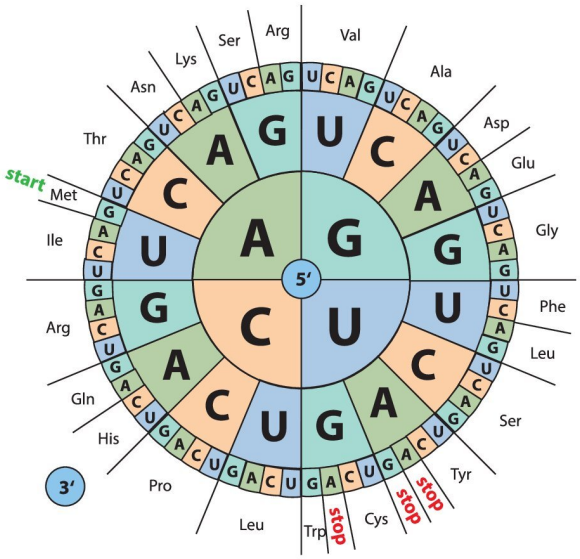

- Amino asit şifreleyen her farklı mRNA kodonu farklı bir tRNA çeşidi tarafından okunur.
- 64 çeşit kodondan 3'ü durdurucu kodon olduğundan ve amino asit şifrelemediğinden hücrelerde amino asit kodlayan 61 çeşit kodon en fazla 61 çeşit tRNA tarafından okunabilir.
- Buna göre 20 çeşit amino aside karşılık en az 20, en fazla 61 çeşit tRNA görev yapar.
- Farklı antikodon ucuna sahip farklı tRNA'lar aynı amino asit çeşitlerini taşıyabilir.
- Aşağıda yirmi çeşit amino asit ve bu amino asitleri şifreleyen kodonlar verilmiştir.

İkinci mRNA bazı

| İlk mRNA bazı (5') | U | | C | | A | | G | | Son mRNA bazı (3') |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| U | UUU | Fenilalanin | UCU | Serin | UAU | Tirozin | UGU | Sistein | U |
| | UUC | | UCC | | UAC | | UGC | | C |
| | UUA | Lösin | UCA | | UAA | Stop kodonları | UGA | Stop kondonları | A |
| | UUG | | UCG | | UAG | | UGG | Triptofan | G |
| C | CUU | Lösin | CCU | Prolin | CAU | Histidin | CGU | Arginin | U |
| | CUC | | CCC | | CAC | | CGC | | C |
| | CUA | | CCA | | CAA | Glutamin | CGA | | A |
| | CUG | | CCG | | CAG | | CGG | | G |
| A | AUU | İzolösin | ACU | Treonin | AAU | Asparajin | AGU | Serin | U |
| | AUC | | ACC | | AAC | | AGC | | C |
| | AUA | | ACA | | AAA | Lizin | AGA | Arginin | A |
| | AUG | Başlangıç metiyonin | ACG | | AAG | | AGG | | G |
| G | GUU | Valin | GCU | Alanin | GAU | Aspartik asit | GGU | Glisin | U |
| | GUC | | GCC | | GAC | | GGC | | C |
| | GUA | | GCA | | GAA | Glutamik asit | GGA | | A |
| | GUG | | GCG | | GAG | | GGG | | G |

Polar olmayan | Polar | Temel | Asidik | Kodonu durdur

YAYINLARI



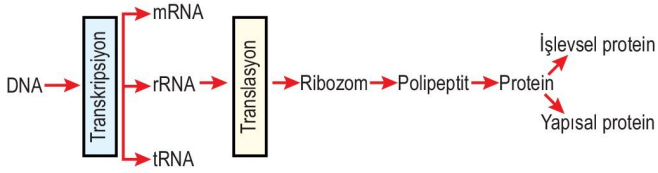

**Farklı bir gösterim ile kodonlar ve şifrelenen amino asitler**

**NOT**

Genellikle üçlü kodon dizilimleri evrensel olup her canlıda aynı kodonlar aynı amino asitleri şifreler.

## Protein Sentezi

- DNA'daki bilgilerin kullanılması ile ribozomlarda polipeptitlerin üretilmesine **protein sentezi** denir.
- Protein sentezi tüm canlılarda ortaktır.
- Protein sentezi prokaryot hücrelerde sitoplazmada başlar ve sitoplazmada tamamlanır. Ökaryot hücrelerde ise çekirdekte başlar ve sitoplazmada devam eder.
- Protein sentezinde DNA, mRNA, tRNA, rRNA, ATP, enzimler, amino asitler ve ribozomlar kullanılır.




- Protein sentezi transkripsiyon (yazılım) ve translasyon (okuma) olmak üzere iki ana basamakta gerçekleşir.

## Transkripsiyon

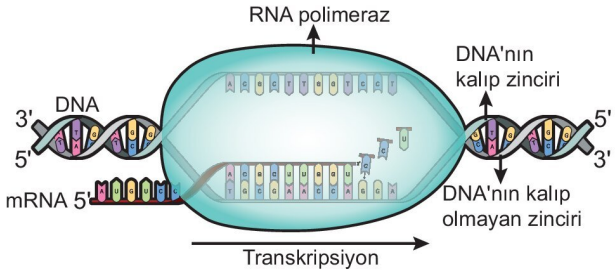
- DNA 'nın ilgili gen bölgesinin kalıp zincirinden mRNA sentezlenmesine **trankripsiyon** denir.
- Bu olay sırasında RNA polimeraz enzim DNA'nın ilgili gen bölgesini açar (başlama). Aynı enzim kalıp ipliğin karşıtı olarak mRNA sentezi yapar (uzama). mRNA sentezi tamamlandıktan sonra da yine aynı enzim ilgili gen bölgesini tekrar sarmal hale getirir.
- Transkripsiyonda,

  DNA kalıp zincirindeki adeninin karşısına mRNA'da urasil,

  DNA kalıp zincirindeki timinin karşısına mRNA'da adenin,

  DNA kalıp zincirindeki guaninin karşısına mRNA'da sitozin,

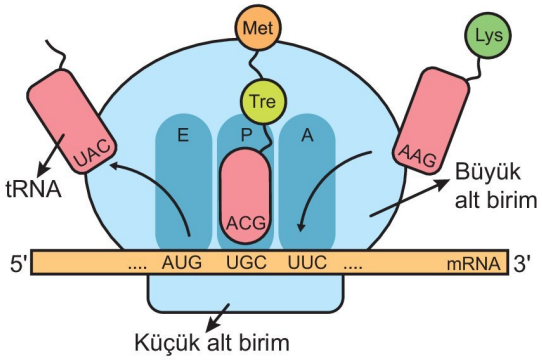
  DNA kalıp zincirindeki sitozinin karşısına mRNA'da guanin gelir.
- RNA polimeraz RNA nükleotitleri arasında fosfodiester bağlarını oluşturur. Bu enzim kalıp zincir boyunca hareket ederek RNA nükleotitlerini uzayan mRNA'nın 3' ucuna ekler. mRNA molekülü DNA'nın kalıp zincirine antiparalel yönde (5' → 3') sentezlenir. Transkripsiyon ilerledikçe yeni sentezlenmiş mRNA molekülleri kalıp DNA'dan ayrılır ve DNA ikili sarmalı tekrar oluşur.




- RNA polimeraz, genin sonlandırıcı dizisine gelince DNA'dan ayrılır. Serbest kalan mRNA'nın her iki ucu değiştirilerek mRNA işlenir.
- Sentezlenen mRNA molekülü ökaryot hücrelerde çekirdek zarındaki pordan çıkarak ribozomun küçük alt birimine bağlanır.

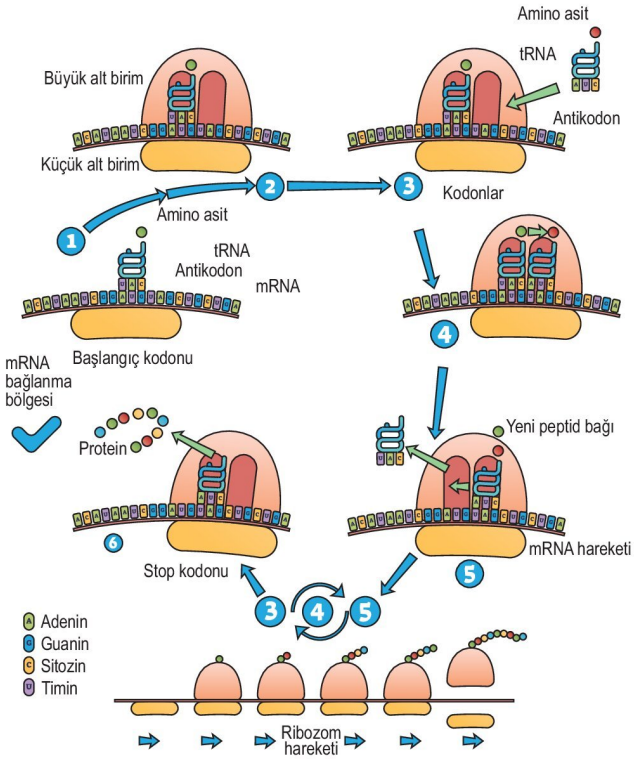
## Translasyon

- mRNA'daki kodonlar üzerinden protein sentezinin gerçekleşmesine **translasyon** denir.
- Polipeptit sentezi ribozomda gerçekleşir. Ribozom büyük ve küçük alt birimden oluşur. Ribozomun büyük alt biriminde üç bölge yer alır. Bu bölgelerden birincisi (A), tRNA'nın bağlandığı ve kodon-antikodon eşleşmesi ile okumanın yapıldığı; ikincisi (P), polipeptidin uzadığı; üçüncüsü (E) ise amino asidini bırakan tRNA'nın ribozomdan ayrıldığı bölgedir.




- Protein sentezine kalıplık eden mRNA ribozomun küçük alt birimine bağlanır.

- mRNA'daki AUG kodununa karışıklık gelen UAC antikodonuna sahip tRNA, enzimler yardımıyla ve ATP harcanarak aktifleşir.
- UAC antikodonuna sahip tRNA metiyonin amino asidini kendine bağlar ve ribozoma getirir.
- Metiyonin amino asidinin ribozoma getirilmesinin ardından ribozomu küçük alt birimi, ribozomun büyük alt birimine bağlanır, protein sentezi için ribozom hazır hale gelir ve protein sentezi başlar (başlama).




- Sonraki aşamada mRNA ribozom alt birimleri arasında kayar, tRNA taşıdığı amino asitle ribozomun ikinci bölgesine gelir. Boşta kalan birinci bölgeye yeni tRNA gelir. Antikodon - kodon eşleşmesi ile okuma gerçekleşir. İkinci bölgedeki tRNA amino asidini birinci bölgedeki tRNA'nın taşıdığı amino asidin üzerine ekler. Amino asitler büyük alt birimdeki rRNA tarafından peptit bağları ile bağlanır. Amino asidini bırakan tRNA üçüncü bölgeye geçer ve ribozomdan ayrılır (uzama).
- Durdurucu kodona gelindiğinde buna karşılık gelecek olan antikodona sahip tRNA bulunmadığı için amino asit getirilmez ve sentez tamamlanır.

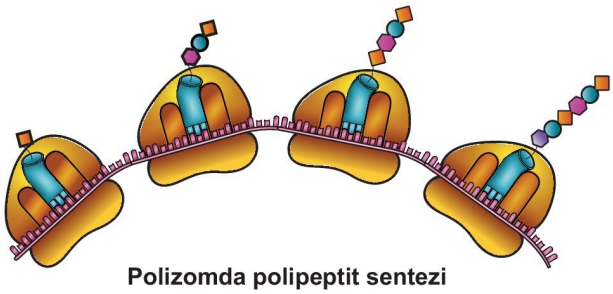
**MERAKLISINA**

Durdurma kodonu sonlanma faktörü adı verilen bir proteini bağlar. Bu protein sentezlenen polipeptidin tRNA'dan koparak serbest kalmasını sağlar.

- Sentezin tamamlanması ile birlikte mRNA ribozomdan ayrılır. Ribozomun alt birimleri de birbirinden ayrılarak inaktif hale gelir (Sonlanma).

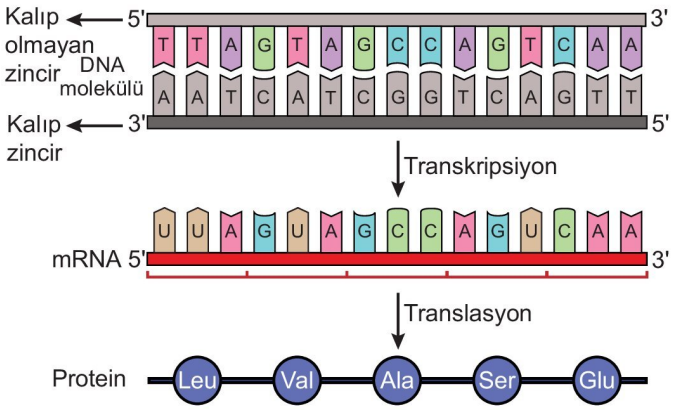
## Polizom (Poliribozom)

- Aynı çeşit proteinin kısa sürede ve çok sayıda üretilmesi amacıyla bir mRNA molekülüne tutunmuş olan çok sayıda ribozomun oluşturduğu yapıya **polizom** denir. Uzama evresi devam ederken, mRNA'nın ilk kısmı ribozomun üzerindeki hareketine bağlı olarak serbest kalır. Bu kısım başka bir ribozoma bağlanır, yeni bir başlama kompleksi oluşur. Bu işlem tekrarlandıkça aynı proteinden kısa sürede çok miktarda sentezlenir.



**Polizomda polipeptit sentezi**

- Protein sentezinin basamakları şu şekilde gösterilebilir:




**NOT**

DNA kalıp zincirinden mRNA sentezlenirken ve mRNA kodonları ribozomda tRNA antikodonları ile okunurken uygun nükleotitler arasında geçici zayıf hidrojen bağları kurulur.

**NOT**

Ökaryot hücrelerdeki kloroplast ve mitokondrilerinde DNA'sı bulunduğundan hücrenin çekirdek DNA'sının emri ile bu organeller DNA'larını eşleyerek çoğalabilir; RNA çeşitleri ve ribozomları bulunduğundan protein sentezi yapabilir.

**Shorts 25**

**Protein sentezi aşamaları sırayla nasıl gerçekleşir?**

## ETKİNLİK 4

**Aşağıdaki tabloda verilen tanımlar ile bu tanımlara karşılık gelen kavramları eşleştiriniz.**

| Kavramlar | Tanımlar |
|---|---|
| RNA polimeraz (a) ☐ | DNA'nın kalıp zincirinden mRNA'nın sentezlenmesidir. (1) |
| Transkripsiyon (b) ☐ | mRNA kodonlarının ribozomda okunmasıdır. (2) |
| Translasyon (c) ☐ | Aynı mRNA çeşidine tutunmuş çok sayıda ribozomdan oluşan yapıdır. (3) |
| Polizom (d) ☐ | mRNA kodonlarını okuyan tRNA bölümüdür. (4) |
| Antikodon (e) ☐ | Transkripsiyon sırasında DNA'nın ilgili gen bölgelerini açan enzimdir.(5) |

## ETKİNLİK 5

**Protein sentezinde kullanılan genetik şifreler, kodlar, tRNA'lar ve amino asitler ile ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerden doğru olanların karşısına "D", yanlış olanların karşısına "Y" yazınız.**

- Bir çeşit gen sadece bir çeşit şifreden oluşur. ☐
- Tüm kodon çeşitleri üç çeşit nükleotitten oluşur. ☐
- Her kodon çeşidi farklı bir amino asit çeşidini şifreler. ☐
- Bazı kodonlar birden fazla çeşitte amino asit şifreleyebilir. ☐
- Bir amino asit çeşidi birden fazla tRNA çeşidi tarafından taşınabilir. ☐
- mRNA'daki kodon sayısı daima sentezlenen polipeptitteki amino asit sayısı kadardır. ☐
- Hücrelerdeki amino asit çeşidi sayısı tRNA çeşidi sayısından, tRNA çeşidi sayısı ise kodon çeşidi sayısından azdır. ☐

## ETKİNLİK 6

**Ökaryot bir hücrede;**

I. replikasyon,

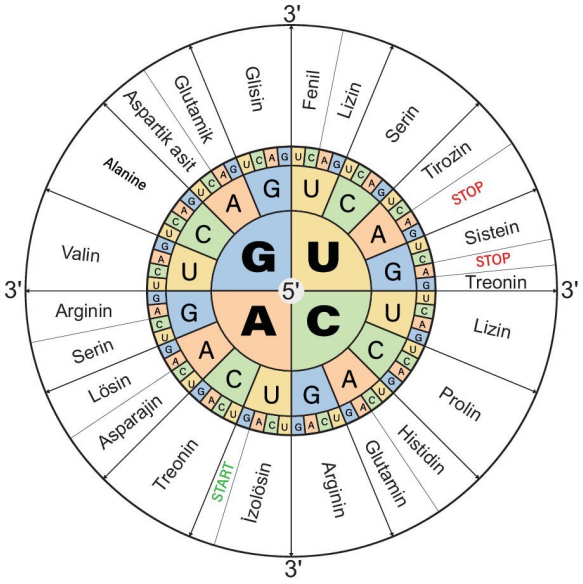
II. transkripsiyon,

III. translasyon

**olaylarını bu hücrenin yaşam döngüsündeki gerçekleşme sayıları bakımından <u>çoktan aza</u> doğru sıralayınız.**

## BECERİ TEMELLİ SORU 3

Aşağıdaki görselde mRNA kodonları ile bu kodonların şifrelediği amino asitler verilmiştir.




DNA'nın ilgili gen bölgesinin kalıp zincirinden sentezlenen mRNA molekülünün nükleotit dizilimi ise şu şekildedir:

**Buna göre, mRNA molekülünün 6. kodonundaki adenin nükteotidinin yerine guanin nükleotidinin gelmesine neden olan bir mutasyonun gerçekleşmesi durumunda,**

I. tüketilen amino asit çeşidi sayısı,

II. tüketilen amino asit sayısı,

III. polipeptit sentezi sırasında kurulan peptit bağı sayısı

**verilenlerden hangilerinde artış olması beklenir?**

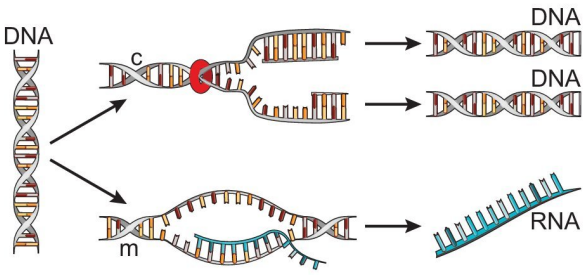
A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

**BECERİ TEMELLİ SORU 4**

Aşağıdaki görselde ökaryot bir hücrede gerçekleşen c ve m olayları gösterilmiştir.




**Buna göre c ve m olaylarında;**

I. helikaz,

II. ATP,

III. ribonükleotit

**moleküllerinden hangileri ortak olarak tüketilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

**BİRE BİR ÖSYM 4**

**Ökaryot hücrelerde gerçekleşen transkripsiyon ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) DNA'nın ilgili gen bölgesi RNA polimeraz enzimi aktivitesi ile açılır.

B) Ribonükleotitler arasında fosfodiester bağları kurulur.

C) Enerji harcanmadan gerçekleşir.

D) Çekirdekte sentezlenen RNA molekülleri çekirdek zarındaki porlardan sitoplazmaya geçer.

E) Deoksiribonükleotitler ile ribonükleotitler arasında geçici zayıf hidrojen bağları kurulur.

**BİRE BİR ÖSYM 5**

Canlılarda genetik bilgi akışı genel olarak;

DNA → RNA → Protein

yönünde gerçekleşir.

**Bu bilgi akışı süreci sonucu üretilen molekül aşağıdakilerden hangisi olamaz?**

A) Miyozin B) Hemoglobin C) Kreatinin

D) Metiyonin E) Ligaz

**BİRE BİR ÖSYM 6**

Bir polipeptidin sentezinde görev yapan DNA kalıp zincirinin 5 şifrelik nükleotit dizilimi şu şekildedir:

... TAC CAA CGT GTA TTT ...

**Bu DNA zincirinde meydana gelen bir mutasyonun ikinci şifreyi CAG şeklinde değiştirdiği halde sentezlenen polipeptidin amino asit dizilimde bir değişime neden olmaması;**

I. bir kodon çeşidinin birden çok amino asidi ifade etmesi,

II. bu zincirden sentezlenen mRNA molekülünün işlev yapmaması,

III. bir amino asit çeşidinin birden çok kodon tarafından şifrelenebilmesi

**verilenlerden hangileri ile açıklanabilir?**

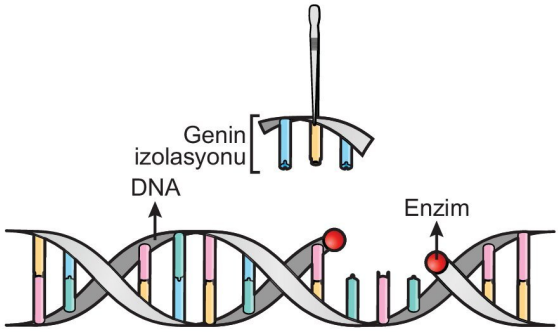
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

## Genetik Mühendisliği ve Biyoteknoloji

### Genetik Mühendisliği

➜ Canlıların genetik özelliklerini değiştirerek onlara yeni işlevsel özellikler kazandırılmasına yönelik çalışmalar yapan bilim dalına **genetik mühendisliği** denir.




➜ Genlerin izole edilmesi, çoğaltılması, bir canlıdan başka bir canlıya aktarılması, gendeki nükleotit diziliminin belirlenmesi gibi çalışmalar genetik mühendisliğinin alanlarıdır.

➜ Genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO, transgenik organizmalar) genetik mühendisliği yöntemleri ile elde edilir.

## Biyoteknoloji

- Canlı organizmalar ve bileşenleri kullanılarak doğal yöntemler ile elde edilemeyen veya yeteri kadar elde edilemeyen ürünleri üretmek için kullanılan teknolojilere **biyoteknoloji** denir.
- Genetik mühendisliğinin sağladığı bilgiler doğrultusunda canlılardan ekonomik değeri yüksek ürünler elde etmek biyoteknolojinin amacıdır.
- Protein, antibiyotik, antikor, hormon gibi maddeler elde etmek, yeni özelliklere sahip bitkiler üretmek, yapay doku ve organ üretmek, doğaya zararlı atıkları kullanılabilir hale getirmek gibi çalışmalar biyoteknolojinin konuları içerisinde yer alınır.

**NOT**

Genetik mühendisliği genlerde yapılan değişiklikleri ve bunların nasıl yapılacağını açıklarken biyoteknoloji, genetik mühendisliği yöntemlerini kullanarak ürün elde edilmesi sürecini kapsar.

## Genetik Mühendisliği ve Biyoteknoloji Uygulamaları

Biyoteknolojik çalışmalar klasik ve modern biyoteknoloji olmak üzere iki bölümde incelenir:

### Klasik (Geleneksel) Biyoteknoloji

- Biyolojik sistemler yardımıyla yeni ürünlerin elde edilmesine **klasik biyoteknoloji** denir.
- Mikroorganizmalar kullanılarak sütten yoğurt, peynir, kefir elde edilmesi, hamurun mayalanması, sirke üretimi ve farklı özelliklere sahip canlıların seçilmesi ile istenilen özellikler taşıyan bitki ve hayvanların üretimi klasik biyoteknolojik yöntemler ile sağlanır.

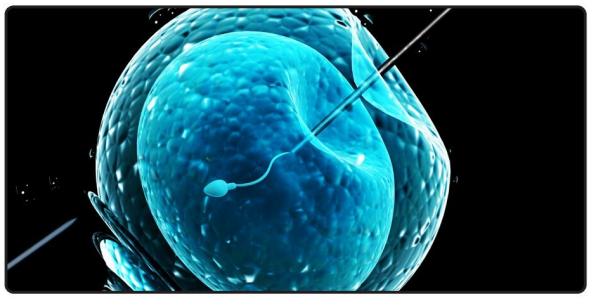
**NOT**

Melezleme, yapay döllenme ve poliploidi biyoteknolojik olmayan ıslah çalışmaları olarak kabul edilen yöntemlerdir.

- **Melezleme:** İstenilen özelliklere sahip yavruların elde edilmesi için farklı genotiplerdeki iki bireyin çaprazlamasıdır. Aynı tür, yakın akraba tür ve farklı tür canlılar arasında yapılabilir. Besin değeri yüksek domates ırklarından elde edilen siyah domates (kumato), dişi at ve erkek eşeğin çiftleşmesi ile oluşan ve ortam koşullarına karşı daha dayanıklı olan katır, buğday ve çavdarın çaprazlanması sonucu elde edilen ve strese dayanıklı tritikale melez organizmalardır.

Kumato

- **Yapay Döllenme:** İstenilen özelliklere sahip olan yumurta ve spermin yapay olarak birleştirilmesidir. Bu yöntem daha çok koyun, keçi, inek gibi hayvanlarda; et ve süt verimi yüksek bireylerin elde edilmesinde kullanılır.



Yapay döllenme

- **Poliploidi:** Canlıların somatik hücrelerindeki kromozom sayısının 3n veya daha fazla olmasıdır. Daha çok bitkilerde görülür. Poliploit bitkiler daha iri, çiçekli ve meyveli olduğundan ticarî açıdan önemlidir. Bu yöntem elma, karpuz, muz, patates gibi bitkilere sıkça uygulanmaktadır.

**MERAKLISINA**

Bakteri, alg, maya, küf gibi tek hücreli canlıların bol miktarda çoğaltılıp kurutulması ile elde edilen; diyet ürünlerde, hazır çorbalarda ve yemeklerde kullanılan proteinlere **tek hücre proteini** denir.

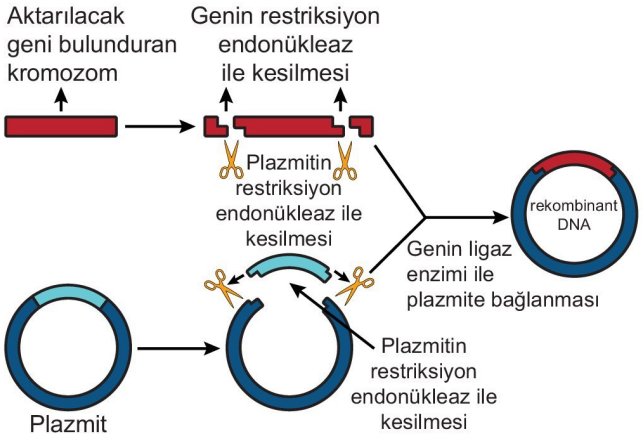
- Klasik biyoteknoloji çalışmalarındaki bazı yetersizlikler modern ıslah yöntemleri ile aşılmıştır.

### Modern Biyoteknoloji

- Bilimsel yöntem ve teknikler kullanılarak mikroorganizmaların, bitkilerin ve hayvanların yapılarının kültür ortamında değiştirilmesinin ardından bu organizmalardan yeni ürünler elde edilmesine **modern biyoteknoloji** denir.
- Modern biyoteknoloji çalışmaları sayesinde;
  - mikroorganizmalardan aktarılan genler sayesinde kısa zamanda ve daha ucuza hormon, protein gibi ürünler,
  - besin değeri yüksek, geç bozulan, çok düşük ve yüksek sıcaklığa dayanıklı bitkiler,
  - raf ömrü uzun meyveler ve sebzeler,
  - atıkları besin olarak tüketip atık suların temizlenmesinde kullanılan mikroorganizmalar

  üretilebilir.

- Rekombinait DNA teknolojisi, gen klonlama, DNA klonlanması gibi çalışmalar genetik mühendisliğinin çalışma alanlarıdır. Yine kök hücre teknolojileri de günümüzde kullanılan yöntemlerden biridir.
- Bilim insanlarının gen aktarımı ile yapısal özelliği değiştirilmiş olan DNA'ya **rekombinant DNA (rDNA)** denir.




- rDNA'nın aktarılması ile yeni genetik özellikler kazandırılmış olan canlılara **genetiği değiştirilmiş organizma (GDO)** ya da **transgenik organizma** adı verilir.
  - Ateş böceğinden elde edilen ışık saçma geninin tütün bitkisine aktarılması ile oluşan ve ışık saçan tütün bitkisi,
  - nergis bitkisinden alınan ve A vitaminin öncül maddesi olan beta karoten üretimini sağlayan genin pirinç bitkisine aktarılması ile oluşan ve A vitamini üretebilen altın pirinç bitkisi,
  - bir balık türünden alınan ve soğuğa dirençli olmayı sağlayan proteinin sentezinden sorumlu genin domates bitkisine aktarılması ile oluşan ve soğuğa dirençli olan domates bitkisi

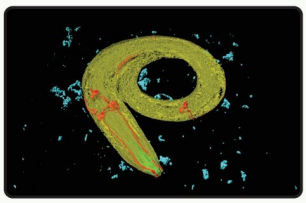
  transgenik organizmalardır.
- Bir canlı türünden başka bir canlı türüne gen aktarılması veya bir canlının genetik yapısına müdahale edilmesi ile o canlının yeni genetik özellikler kazanmasını sağlayan yöntemlere **gen teknolojisi** denir.
- Bir genin kopyasının oluşturulması amacıyla kullanılan yöntem ve tekniklere **gen klonlanması** denir. Klon, bir hücreden çoğaltılan ve genetik yapısı aynı olan hücrelerdir.
  - Gen klonlanmasında kullanılacak organizmalar;
    - basit genetik yapıda olmalı,
    - kolay yetiştirilebilmeli,
    - hızlı çoğalabilmelidir.
- Bilim insanlarının, üzerinde çalışma yapması zor olan türler hakkında bilgi edinmek için kullandıkları canlılara **model organizma** denir.

**Model Organizmaların Özellikleri:**

- Deneysel uygulamalar sırasında kolaylıkla genomunda değişiklik yapılabilmelidir.
- Deney sonuçlarına kısa sürede ulaşılabilmesi için kısa bir yaşam döngüsüne sahip olmalıdır.
- Laboratuvar ortamında bakımı ve yetiştirilmesi kolay olmalıdır.
- Küçük bir genoma sahip olmalıdır.
- Gen haritası büyük oranda veya tamamen çıkarılmış olmalıdır.
- Kolay bulunabilmeli ve bakımı ekonomik olmalıdır.
- Embriyonik gelişimine kolay müdahale edilmelidir.
- Etik kurallar çerçevesinde faydalanılmalıdır.
- Gelişimi kolay incelenebilmelidir.

**NOT**

Genom dizilimi haritalanmış ilk çok hücreli canlı, bir yuvarlak solucan olan *Caenorhabditis elegans*, bitkisel araştırmalarda en sık kullanılan bitki ise *Arabidopsis thaliana* (hardal) bitkisidir. Bir maya mantarı olan *Saccharomyces cerevisiae* kolay yetiştirilebildiğinden ve insana ait hastalık ve gelişim genlerinin birçoğunu taşıdığından; bir sirke sineği türü olan *Drosophila melanogaster* ise insanda bulunan çeşitli hastalık genlerini taşıdığından model organizma olarak sık kullanılan organizmalardır.


***Coenorhabdis elegans***

**Hardal**

**Maya mantarı**

**Sirke sineği**

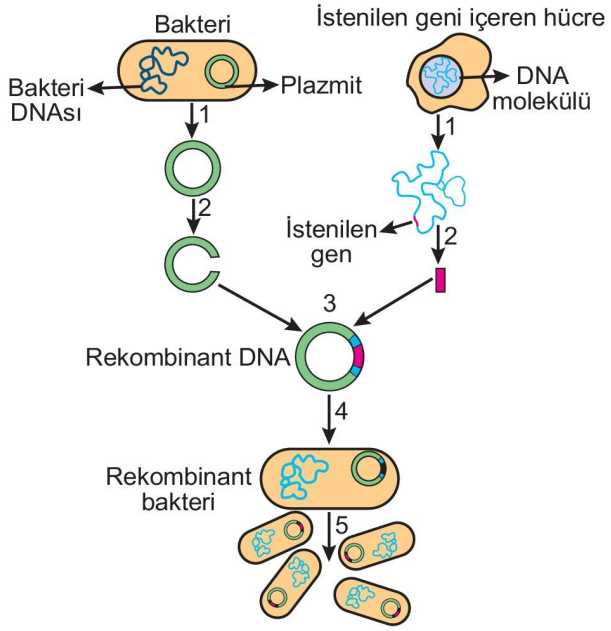
3D YAYINLARI

### Gen Klonlama

- Belirli bir özelliğe sahip genin tam kopyalarının üretilmesine **gen klonlama** denir.
- Bu yöntemde vektör olarak genellikle bakteri sitoplazmasındaki plazmit DNA kullanılır.

Gen klonlanmasında sırasıyla şu basamaklar izlenir:

1. İstenilen geni bulunduran DNA molekülü ile vektör olarak kullanılacak olan plazmit saf olarak izole edilir.
2. Klonlanması istenilen gen ve vektör olarak kullanılacak plazmit restriksiyon endonükleaz enzimleri ile kesilir.
3. Klonlanacak gen ile kesilen plazmit DNA ligaz enzimi yardımıyla birleştirilir ve rDNA molekülü elde edilir.
4. rDNA molekülü özel yöntemler ile bakteriye aktarılır.
5. Rekombinant bakterilerin uygun kültür ortamında çoğaltılması ile istenilen genin çoğaltılması sağlanır.




**MERAKLISINA**

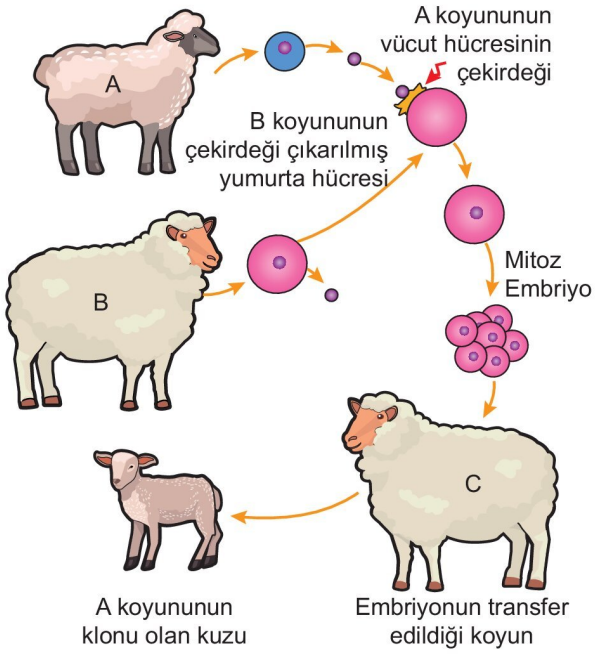
rRNA teknolojisi ile insanlarda çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan proteinler, hormonlar, antikorlar; tarımda soğuğa, kuraklığa, hastalıklara ve yabancı otlarla mücadelede kullanılan ilaçlara (herbisit) dayanıklı bitkiler; hayvancılıkta et, süt ve yumurta verimi yüksek olan organizmalar üretilebilir.

### Canlı Klonlama

- Bir canlının genetik olarak özdeşinin oluşturulmasına **canlı klonlama** denir.

Canlı klonlanmasında sırasıyla şu basamaklar izlenir:

- Klonlanacak canlının bir vücut hücresinin çekirdeği çıkarılır.
- Çıkarılan vücut hücresi çekirdeği aynı türden dişi bir bireyin çekirdeği çıkarılmış yumurta hücresine özel yöntemlerle aktarılır.
- Zigot işlevi gören bu hücre aynı türden başka bir dişi bireyin döl yatağına yerleştirilir.
- Döl yatağında gelişimini tamamlayarak doğan yavru vücut hücresi çekirdeği kullanılan canlının genetik kopyası olur.




**NOT**

Klonlama ile oluşan hayvanın hücrelerindeki mitokondrilerin DNA'sı, yumurtası kullanılan hayvanın hücrelerinin mitokondri DNA'sı ile aynıdır.

### Genetik Mühendisliği ve Biyoteknolojik Uygulamaların İnsan Hayatı Üzerine Etkisi

Genetik mühendisliği ve biyoteknolojinin sağlık alanındaki uygulamalarında bazıları şunlardır:

- Genetik hastalıkların teşhisi ve gen terapisi ile tedavisi
- Aşı, serum, hormon, antibiyotik ve interferon üretimi

**NOT**

Gen klonlama yoluyla ilk üretilen hormon insülindir. Daha önceki zamanlarda memeli hayvanlardan elde edilen insülin, diyabet tedavisinde kullanılıyordu. Ancak hem çok az miktarda elde edilmesi hem de bireylerde alerjik tepkilere yol açması ciddi problemler oluştururken, biyoteknoloji sayesinde insana ait insülin geninin kullanılması ile bu problemler ortadan kalkmıştır.

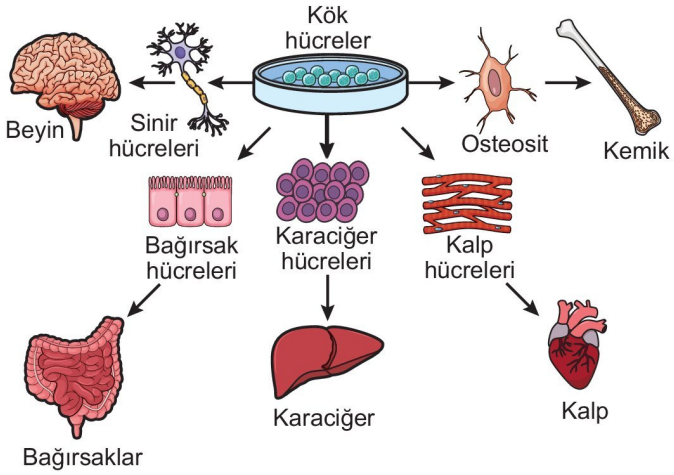
**NOT**

Bakterilere, virüslere ve kanserli hücrelere karşı vücudun ürettiği bağışıklık maddelerine **interferon** denir.

- Kişiye özgü kanser tedavilerinin uygulanması ve bazı kanser türlerinin önlenmesi
- Bazı hastalıkların tedavisine yardımcı olabilecek uygun özelliklere sahip virüslerin üretimi.

## Kök Hücreler

- Kendini yenileme özelliği yüksek olan, uygun ortam koşullarında veya vücutta sürekli bölünebilen ve farklı hücre tiplerine dönüşebilen, henüz farklılaşmamış olan hücrelere **kök hücre** denir.
- Kök hücreler;
  - uygun büyüme ortamında çoğalabilir,
  - sınırsız bölünebilir,
  - temas ettikleri hücrelere dönüşebilir,
  - vücutta zedelenen dokuyu onarabilir ve işlevsel hâle getirebilir.
- Embriyonik kök hücreler, embriyonun blastula evresinde elde edilir. Bu hücrelerin yenilenme, diğer doku hücrelerine dönüşme ve çoğalma hızı yüksektir. Bu kök hücrelerin omurilik zedelenmesi, Parkinson, Alzheimer ve bazı kanser türlerinin tedavisinde kullanılabileceği düşünülmektedir.




**Kök hücrelerin dönüşebileceği bazı hücre ve organlar**

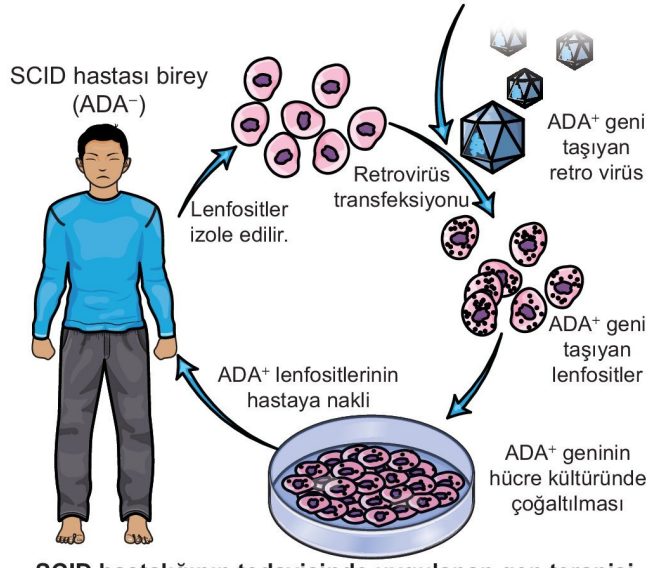
- Göbek kordonundan elde edilen kök hücreler kordon kan bankalarında saklanarak gerektiğinde doku ve organ tedavisinde kullanılabilir.
- Yetişkin kök hücreler deri, yağ doku ve kemik iliğinde bol miktarda bulunur. Ancak bu hücrelerin diğer doku hücrelerine dönüşme yeteneği daha azdır.

## Yapay Doku ve Organ

- Laboratuvar ortamında, yeterli büyüme faktörlerine sahip koşullarda canlı hücrelerden oluşturulan dokulara **yapay doku**; işlevini yerine getiremeyen organların yerine, mekanik malzemelerden tasarlanan, doku mühendislerinin katkılarıyla üretilen organlara ise **yapay organ** denir.
- Engelli bireylerin tedavisinde, kısırlık tedavisinde, organ yetmezliğine bağlı hastalıkların tedavisinde bu yöntem kullanılmaktadır.

## Gen Terapisi

- İşlevsel veya yapısal olarak bozuk genlerin belirlenmesini, değiştirilmesini ve onarılmasını amaçlayan uygulamalar **gen terapisi** denir.
- Erken embriyonik dönemde bu yöntem ile hasarlı genler tespit edilerek değiştirilebilir.
- Kanser, kalp-damar hastalıkları, hemofili, Parkinson, Alzheimer gibi hastalıkların bu yöntemle tedavi edilmesi amaçlanmaktadır.
- Gen terapisinde bozuk genler virüsler kullanılarak değiştirilebillir.




**SCID hastalığının tedavisinde uygulanan gen terapisi**

**NOT**

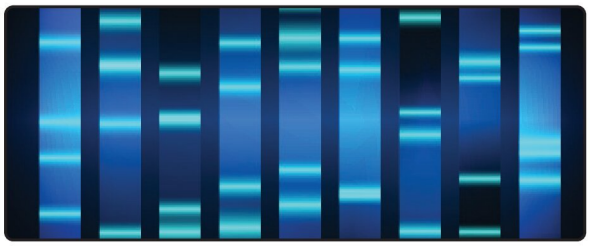
Genetik hastalığa sahip olan ya da genetik hastalık taşıma riski olan bireylere, hastalık ile ilgili testleri uygulayan, hastalık ve sonuçları, varsa tedavisi ile ilgili bilgi ve destek veren doktor ve biyologlara **genetik danışman** denir.

## İnsan Genom Projesi

- Bir türün bütün genlerine **genom** denir.
- İnsanın genomundaki tüm genlerin yerlerini belirlemek ve haritalarını çıkarmak amacıyla genetik mühendislerinin yaptığı çalışmalara **insan genom projesi** denir.
- İnsan genom projesinin bazı amaçları hastalıkların ortaya çıkmadan önce tespit edilmesi veya tedavi edilmesi, hastalık durumunda kişiye özgü ilaç üretimi ile ilaçların olası yan etkilerin ortadan kaldırılmasıdır.

## DNA Parmak İzi

- İnsan genomunda anlamlı ve anlamsız baz dizileri bulunur.
- Herhangi bir protein kodlamayan ve genellikle tekrarlayan anlamsız baz dizileri tek yumurta ikizleri hariç diğer tüm insanlarda farklılık gösterir.
- Bir canlının genomundaki tekrarlayan baz dizilerinin jel üzerinde oluşturduğu bantlı yapıya **DNA parmak izi** denir.



**DNA parmak izi**

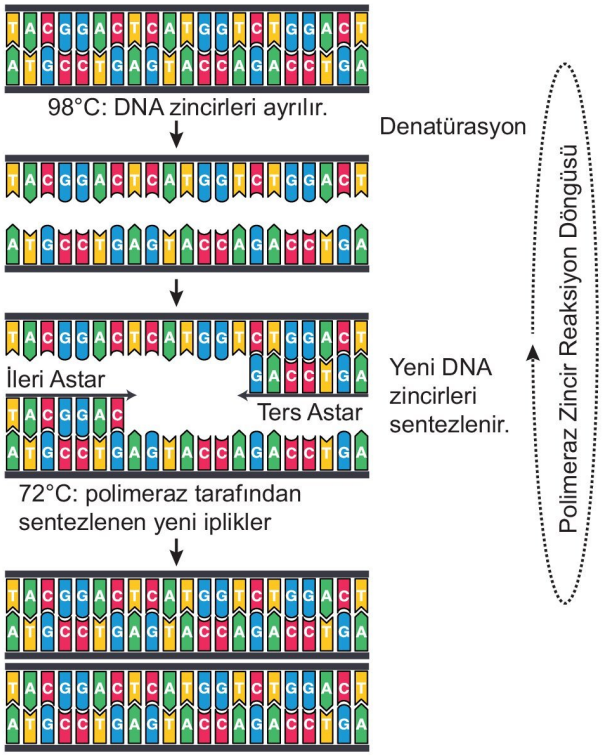
3D YAYINLARI

- DNA parmak izi yöntemi;
  - suçluların belirlenmesinde,
  - safkan hayvan ırklarının belirlenmesinde,
  - bitki ve hayvan türlerinin korunmasında
  - babalık davalarında

  kullanılmaktadır.
- DNA parmak izi elde edilirken PCR ve jel elektroforez teknikleri kullanılır.

### PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu)

- Herhangi bir organizmaya ait genomik DNA'daki özgün, tekrar eden anlamsız baz dizilerinin laboratuvar ortamında ve tüp içerisinde çoğaltılması yöntemine **PCR** denir.
- PCR'in amacı DNA'nın çok sayıda kopyasını oluşturarak genler üzerinde çalışmaları kolaylaştırmaktır.
- PCR üç aşamada gerçekleştirilir.
  - DNA, nükleotitler ve DNA polimeraz enzimleri içeren deney tüpü ısıtılarak DNA zincirleri arasındaki zayıf hidrojen bağları kırılır.
  - Deney tüpünün sıcaklığı düşürülüp tüpe eklenen yardımcı enzimlerin faaliyete başlaması sağlanır.
  - Deney tüpünün sıcaklığı tekrar yükseltilerek DNA polimeraz enziminin DNA sentezine başlaması ve yeni zincirleri oluşturması sağlanır.



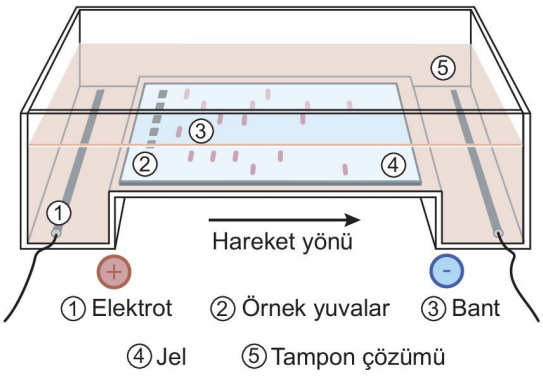

- PCR yöntemi genetik hastalıkların tanısı, gen ve kromozom mutasyonlarının belirlenmesi, babalık testleri gibi alanlarda kullanılmaktadır.

**MERAKLISINA**

PCR yöntemi ile yüksek sıcaklıkta çok daha hızlı DNA kopyaları elde edilmektedir. Bu yönteme en büyük katkıyı *Thermus aquaticus*, bakterisinden izole edilen ve yüksek sıcaklığa dayanıklı bir enzim olan Taq DNA polimeraz enziminin bulunması yapmıştır.

### Jel Elektroforez Tekniği

- Saflaştırılmış nükleik asit ve proteinlerin molekül ağırlıklarının, miktarlarının ve alt tiplerinin belirlenmesinde kullanılan tekniktir.
- Bu teknikte elektriksel bir alanda moleküller elektriksel yüklerine göre göç ettirilir. Büyük moleküller jelde yavaş ilerlerken küçük moleküller hızlı hareket eder.
- Moleküllerin jel üzerinde hareketini net yükleri belirler.
- DNA ve RNA molekülleri fosfat gruplarından dolayı negatif yüklü olduklarından jel üzerinde katottan anota doğru hareket eder.
- DNA moleküllerinin jel üzerinde bıraktığı izler özel yöntemlerle görüntülenerek DNA parmak izleri belirlenir.




- Genetik mühendisliği ve biyoteknolojinin tarım ve hayvancılık alanındaki bazı uygulamalar şunlardır:
  - Tarımda zararlı böceklerle mücadelede kimyasal maddeler kullanımının ve bu kimyasalların neden olduğu ekolojik kirlenmenin engellenmesi için biyolojik yöntemlerle mücadeleyi sağlamak.
  - Bitkileri zararlılara karşı dirençli hale getirmek.
  - Ürünlerin besin değerini artırmak.
  - Üretim maaliyetlerini azaltmak.
  - Hayvancılıkta daha iri ve dirençli bireyler oluşturmak.
  - Hayvanlarda et, süt ve yumurta verimini artırmak.
- Genetik mühendisliğinin endüstri alanındaki bazı uygulamaları şunlardır:
  - rDNA teknolojisi ile hızlı ve ekonomik olarak endüstriyel enzimler üretmek.
  - Üretilen endüstriyel enzimler ile tekstil tıp, gıda, kağıt ve temizlik ürünleri üretimini artırmak ve maaliyeti düşürmek.

3D YAYINLARI

- Genetik mühendisliğinin çevre alandaki bazı uygulamaları şunlardır:
  - Çevresel kirliliğe neden olan atıkları yok etmek.
  - Ağır metallerin kirletici özelliğini azaltmak.
  - Atık suları ve kanalizasyon sularını arıtmak.
  - Evsel atıklardan biyogaz, gübre ve biyodizel gibi biyoürünler üretmek.

### Biyoetik ve Biyogüvenlik

- Biyoloji ve tıp alandaki çalışmalarda, canlı organizmaların kullanımının uygun olup olmadığı tartışmalı ve etik konuları inceleyen disipline **biyoetik** denir.
  - Gen teknolojisi, doku ve organ bağışı, klonlama, embriyonik çalışmalar, ilaç sanayisi, insan üzerinde yapılan deneyler, biyolojik silah üretimi, genetiği değiştirilmiş ürünler ile ilgili konular ve bunların sınırları ile kullanım alanları biyoetiğin kapsamındadır.
  - Biyoetik tıp, ilahiyat, hukuk, felsefe, genetik gibi bilim dalları ile etkileşim halinde çalışır.
- GDO'lu ürünlerin insan ve hayvan sağlığı ile çevreye olan etkilerinin belirlenmesi ve olası risklerin ortadan kaldırılması için alınması gereken politik ve işlevsel önlemlerin tümüne **biyogüvenlik** denir.

**NOT**

GDO'lu organizmaların ve ürünlerin bazı olumsuz etkileri ve riskleri:

- İnsanlarda alerjik tepkiye neden olabilirler.
- Antibiyotiklere karşı daha dirençli mikroorganizmaların ortaya çıkmasına neden olabilirler.
- Doğaya yayılarak ekolojik dengeyi bozabilirler.
- Bağışıklık sistemini bozarak enfeksiyon riskini artırabilirler.

**ETKİNLİK 7**

Aşağıda bir genin bakterilere aktarılması ve genin klonlanmasında yapılan çalışmalar verilmiştir.

I. Bakteri plazmiti ile istenilen geni taşıyan DNA'nın saf olarak izole edilmesi

II. rDNA'nın bakteriye aktarılması

III. Plazmitin ve istenilen genin restriksiyon enzimi ile kesilmesi

IV. Genin DNA ligaz enzimi ile plazmite yapıştırılması

V. rDNA'yı bulunduran bakterinin uygun kültür ortamında çoğaltılması

**Bu çalışmaları uygulama sırasına göre sıralayınız.**

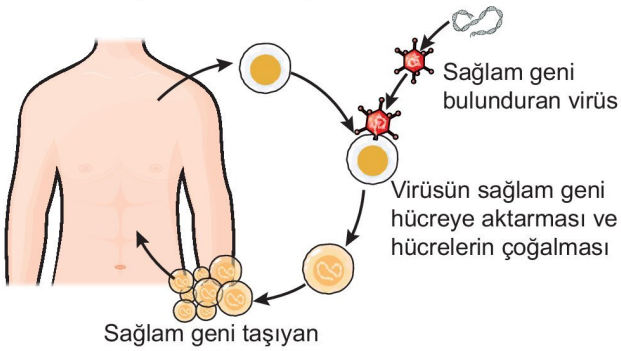
**ETKİNLİK 8**

**Aşağıdaki çalışmalardan genetik mühendisliğinin çalışma alanına ait olanlarının karşısına "g"; biyoteknolojinin çalışma alanına ait olanlarının karşısına "b" yazınız.**

| | |
|---|---|
| İnsana ait büyüme hormonu sentez geninin izole edilip bakterilere aktarılması | ☐ |
| Ateş böceğinden alınan lusiferaz sentez geninin tütün bitkisine aktarılması | ☐ |
| Bozuk olan genin sağlam gen ile değiştirilmesi | ☐ |
| Transgenik mikroorganizmaların kullanımı ile evsel atıklardan biyogaz üretilmesi | ☐ |
| İnsülin genine sahip bakterilerden insülin elde edilmesi | ☐ |

**BECERİ TEMELLİ SORU 5**

Aşağıdaki görselde yetişkin bir bireye uygulanan gen terapisinin aşamaları verilmiştir.




**Gen terapisi yöntemi ile ilgili seçeneklerdeki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Sağlam genin hasta bireye aktarımında vektör olarak virüsler kullanılabilir.

B) Hasta bireyden alınan hücrelerin tüm genleri, virüse kontrollü olarak aktarılmış genler ile değiştirilir.

C) Genetik olarak değiştirilmiş hücreler tekrar hasta bireye enjekte edilir.

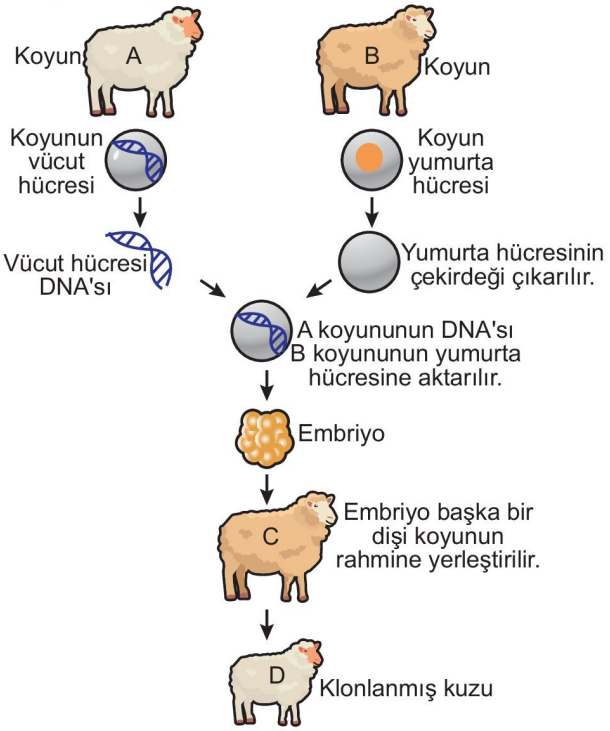
D) Genetiği değiştirilmiş hücreler aktarılan bireyde bu hücreler normal ve sağlam proteinler ve hormonlar sentezleyebilir.

E) Vektör olarak kullanılacak virüse sağlam genin aktarılmasını genetik mühendisleri yapar.

3D YAYINLARI

## BECERİ TEMELLİ SORU 6

Aşağıdaki görselde hayvanlarda yapılan bir klonlama örneği verilmiştir.




**Buna göre, harflerle gösterilen bireyler ve klonlama olayı ile ilgili seçeneklerdeki ifadelerden hagisi yanlıştır?**

A) D ile gösterilen kuzunun ve A ile gösterilen koyunun tüm yumurta hücrelerinin genomu özdeştir.

B) B ile gösterilen koyun ile D ile gösterilen kuzunun vücut hücrelerinin DNA'larında bazı ortak genler bulunabilir.

C) C ile gösterilen koyunun D ile gösterilen kuzuya genetik yönden bir katkısı olmamıştır.

D) D ile gösterilen kuzudan A koyununa doku veya organ nakli yapılması durumunda uyuşmazlık olması beklenmez.

E) D ile gösterilen kuzunun vücut hücrelerinin mitokondri DNA'sı ile B ile gösterilen koyunun vücut hücrelerinin mitokondri DNA'sının nükleotit dizilimi aynıdır.

## BİRE BİR ÖSYM 7

**İnsana ait insülin sentez geninin bakterilere aktarılması ve bakterilere insan insülini ürettirilebilmesi olayından,**

I. Bir canlıya ait ribozomlar sadece o canlının genomunun emri ile protein sentezi yapar.

II. Protein sentezinde amino asit dizilimini belirleyen ribozom değil şifre veren gendir.

III. Farklı canlı türlerindeki tüm genetik kodlar farklıdır.

**sonuçlarından hangileri çıkarılabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 8

**Bir canlının transgenik organizma olarak tanımlanabilmesi için bu canlının aşağıdaki özelliklerden hangisine sahip olması gerekir?**

A) Yaşam ortamındaki çevresel faktörlerin çok sık değişmesi

B) Mutasyona uğrama hızının yüksek olması

C) Bir canlıdan klonlama yoluyla elde edilmiş olması

D) Kromozom sayısının normalden çok olması

E) Kendi genomunda bulunmayan bir genin genetik mühendislerince bu canlının genomuna eklenmiş olması

## BİRE BİR ÖSYM 9

**Aşağıdakilerden hangisi model organizmaların özelliklerinden değildir?**

A) Genomunda kolay değişiklik yapılabilmesi

B) Kısa yaşam döngüsüne sahip olması

C) Üreme hızının düşük olması

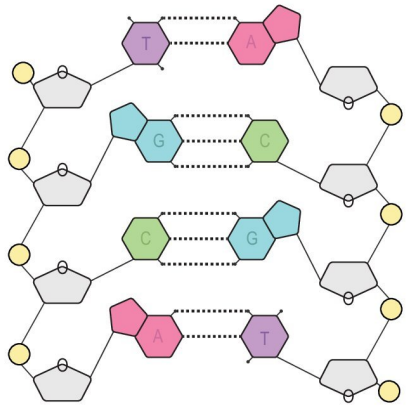
D) Laboratuvarda kolay yetiştirilebilmesi

E) Genomunun küçük olması

| BİRE BİR ÖSYM SORULARI | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. A | 2. B | 3. A | 4. C | 5. D | 6. C | 7. B | 8. E | 9. C |
| **BECERİ TEMELLİ SORULAR** | | | | | | | | |
| 1. D | 2. E | 3. E | 4. B | 5. B | 6. A | | | |

3D YAYINLARI

**1.** Aşağıdaki görselde DNA molekülünün bir bölümünün yapısı gösterilmiştir.




**Buna göre seçeneklerdeki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) DNA molekülünün yapısında dört çeşit nükleotit vardır.

B) DNA sarmalı ip merdiven şeklinde olup ip merdivenin basamaklarını organik bazlar, omurga kısmını ise şeker ve fosfat grupları oluşturur.

C) DNA molekülünün boyu ve iki ipliği arasındaki mesafe türe özgü olup canlılar arasında farklılık gösterir.

D) DNA molekülünün karşılıklı ipliklerinde adenin timin ile guanin ise sitozin ile eşleşir.

E) Bir zinciri oluşturan nükleotitler şeker-fosfat bağları ile, karşılıklı eşleşen nükleotitler ise zayıf hidrojen bağları ile birbirine bağlanır.

**2.** **Azotlu organik baz, deoksiriboz şekeri ve fosfat molekülleri kullanılarak "n" tane nükleotitten oluşan doğrusal yapılı bir DNA molekülünün sentezlenmesi sırasında,**

I. (3n-2) molekül su açığa çıkar.

II. (n-2) tane fosfodiester bağı kurulur.

III. (n/2) tane pürin bazı tüketilir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

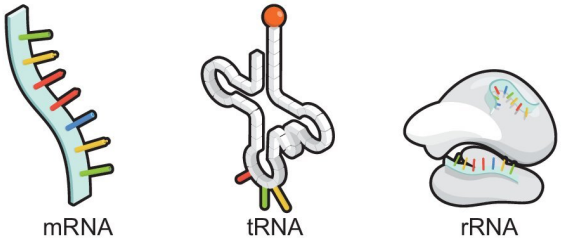
D) II ve III E) I, II ve III

**3.** **Aşağıda verilen yapı ya da organellerden hangisinin hidrolizi sonucu amino asit ve nükleotit birlikte oluşamaz?**

A) Ribozom B) Kromozom C) Sentrozom

D) Mitokondri E) Kloroplast

**4.** Aşağıdaki görselde RNA çeşitleri verilmiştir.




**Buna göre;**

I. poliinükleotit yapıda olma,

II. sadece tek bir canlının genomuna özgü şifreler bulundurma,

III. amino asitleri sitoplazmadan ribozoma taşıma,

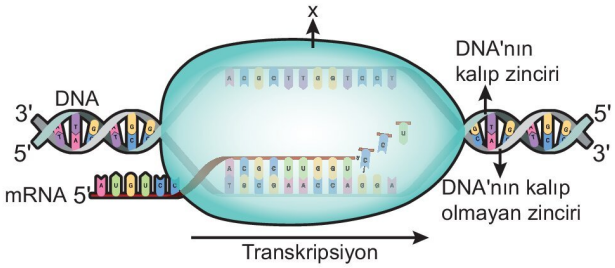
IV. DNA'dan sentezlenme

**özelliklerinden hangileri her üç RNA çeşidinde ortaktır?**

A) I ve II B) I ve IV C) II ve III

D) III ve IV E) I, III ve IV

**5.** Aşağıdaki şekilde ökaryot hücre çekirdeğinde gerçekleşen transkripsiyon olayı gösterilmiştir.




**Buna göre,**

I. mRNA sentezine kalıplık eden DNA ipliği 3' → 5' yönünde uzanırken mRNA molekülü 5' → 3' yönünde sentezlenir.

II. DNA'nın ilgili gen bölgesini açan x enzimi RNA polimerazdır.

III. Transkripsiyon sırasında kullanılan enzimler ve harcanan ATP molekülleri çekirdekte sentezlenir.

**ifadelerinden hangileri yanlıştır?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

1.C 2.E 3.C 4.B 5.A 6.B 7.A 8.D 9.E 10.A

**6. Replikasyon, transkripsiyon ve translasyon olaylarında;**

I. enzim,

II. ATP,

III. nükleotit

**verilenlerden hangileri ortak olarak tüketilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

**7. Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji alanında yapılan;**

I. insana ait proteaz sentez geninin insandan bakteriye transferi,

II. transfer edilen genler doğrultusunda bakterilere çok miktarda ve ucuza kalsitonin hormonu ürettirilmesi,

III. insanda hastalığa neden olan kusurlu genin sağlam gen ile değiştirilmesi

**çalışmalarından hangileri biyoteknolojik uygulamalardandır?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

**8. Melezleme ile ilgili,**

I. Genetik yapısı özdeş olan bireylerden saf döllerin elde edilmesi amacıyla yapılır.

II. Aynı tür veya farklı tür bireyler arasında gerçekleştirilebilir.

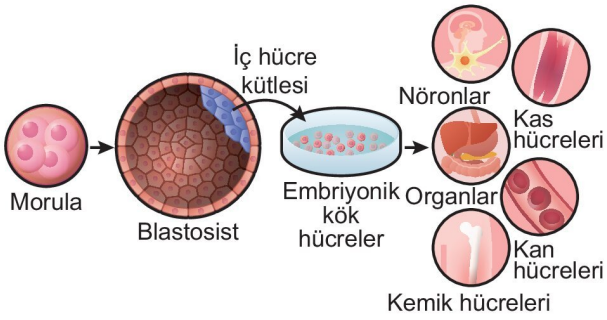
III. Tür çeşitliliğinin artmasını sağlar.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

**9.** Aşağıdaki şekilde embriyonik kök hücreler ve kök hücre teknolojisi ile üretilebilen bazı hücre çeşitleri verilmiştir.




**Bu yöntem ile ilgili,**

I. Emriyonik kök hücreler embriyodan blastosist aşamasında iken elde edilerek kültür ortamına alınır.

II. Embriyonik kök hücreler uygun koşulların sağlandığı laboratuvar ortamında bölünüp çoğalabilir ve birçok hücre tipine farklılaşabilir.

III. Embriyonik kök hücrelerden farklılaşan farklı dokulara ait hücrelerin çekirdek DNA'sı ile morula aşamasındaki embriyonik hücrelerin çekirdek DNA'sı özdeştir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**10. Genomunun ağır azotlu nükleotitlerden oluşan DNA molekülü olduğu bilinen bir bakteriyofajin, normal azotlu organik bazlar içeren bir bakteri sitoplazmasında çoğalması sırasında gözlemlenen;**

I. eşlenme sayısı arttıkça oluşan normal azotlu DNA moleküllerinin sayısı artarken her eşlenme sonrasında iki melez DNA molekülünün tespit edilmesi,

II. adenin azotlu bazı kadar timin azotlu bazı tüketilmesi,

III. yeni oluşan DNA moleküllerindeki pürin bazlarının sayısının pirimidin bazlarının sayısına eşit olması

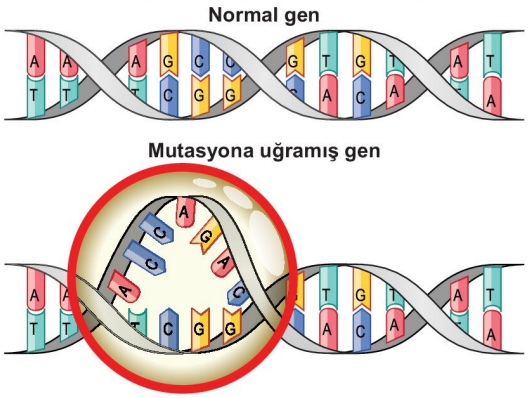
**değişimlerden hangileri bu bakteriyofaj çeşidinin genomunun çift zincirli olduğunu kanıtlar?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

3D YAYINLARI

**1.** Aşağıdaki görselde bir organizmaya ait iki vücut hücresinden birindeki normal gen ile diğerindeki mutant gen gösterilmiştir.




**İlgili mutasyonun sadece kalıp zincirde ve başlangıç ile stop kodlarının arasındaki bir bölgede gerçekleştiği bilindiğine göre bu mutasyon için,**

I. Hatalı bir polipeptidin sentezine neden olabilir.

II. Bu hücrenin mitozu ile oluşan yeni hücrelerin tamamına aktarılabilir.

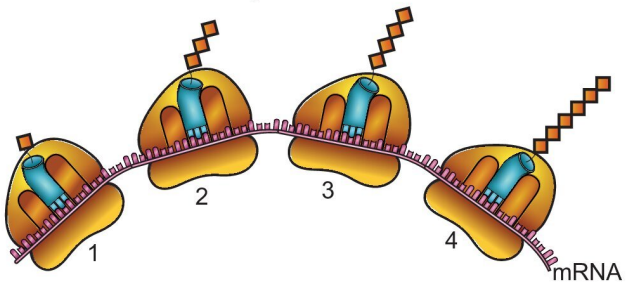
III. Sentezlenen polipeptidin büyüklüğünü artırabilir.

**ifadelerinden hangiler doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

**2.** Asağıdaki şekilde bir polizomu oluşturan ribozomlar ve mRNA molekülü verilmiştir.




**Mevcut konumda 4 numaralı ribozomda sentezlenen polipeptidin amino asit diziliminin metiyonin-alanin-lizin-metiyonin-alanin-valin olduğu bilindiğine göre,**

I. Tüm ribozomlardan sentez tamamlandığında 3 numaralı ribozomdaki rRNA molekülünün oluşturduğu peptit bağı sayısı ile 2 numaralı ribozomdaki rRNA molekülünün oluşturduğu peptit bağı sayısının eşit olması beklenir.

II. Mevcut konumda 2 numaralı ribozomda sentezlenen polipeptidin amino asit dizilimi metiyonin-alanin-lizin şeklindedir.

III. Mevcut konumda 2 numaralı ribozomda okunmuş olan kodon çeşidi sayısı ile 3 numaralı ribozomda okunmuş olan kodon çeşidi sayısı aynı olabilir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**3.** **Prokaryot hücre DNA'sının replikasyonu ile ökaryot hücre DNA'sının replikasyonu sırasında;**

I. oluşan replikasyon orijini sayısı,

II. kurulan ya da kırılan bağ çeşitleri,

III. DNA polimerazın çalışma hızı,

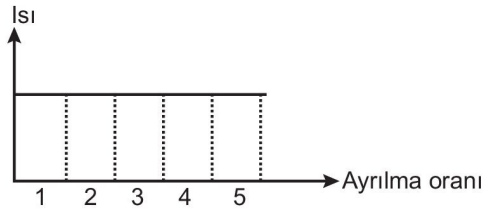
IV. helikaz enziminin görevi

**verilenlerden hangileri bakımından farklılık <u>görülmez</u>?**

A) Yalnız III B) I ve IV C) II ve IV

D) I, II ve III E) II, III ve IV

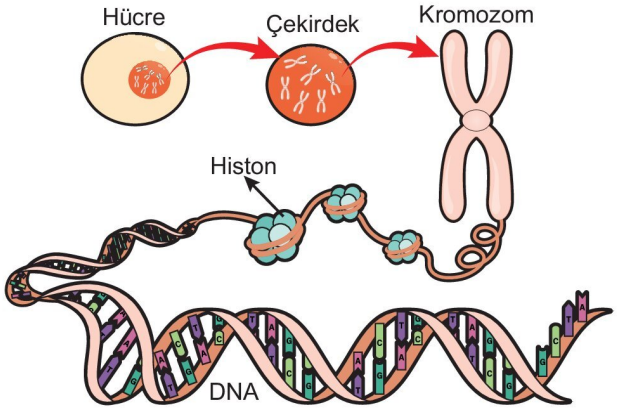
**4.** Aşağıdaki grafik aynı sayıda nükleotitten oluşan beş DNA molekülünün aynı ısı değerinde iki zincirinin birbirinden ayrılma oranlarını göstermektedir.




**Buna göre, numaralandırılmış DNA moleküllerinden hangisindeki $\frac{A+T}{G+C}$ oranının <u>en fazla</u> olması beklenir?**

A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

**5.** Aşağıdaki görselde hücredeki genetik materyalin organizasyonu verilmiştir.




**Buna göre, ilgili organizasyona seçeneklerdeki canlılardan hangisinde <u>rastlanılamaz</u>?**

A) Bakteri B) Öglena C) Mantar

D) Bitki E) Hayvan

3D YAYINLARI

1.E 2.E 3.C 4.E 5.A 6.E 7.C 8.E 9.C 10.D

**6.** Aşağıdaki tabloda RNA kodonları ve bu kodonların şifrelediği amino asitler verilmiştir.

İkinci mRNA bazı

| İlk mRNA tabanı (5') | U | | C | | A | | G | | Son mRNA tabanı (3') |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| U | UUU | Fenilalanin | UCU | Serin | UAU | Tirozin | UGU | Sistein | U |
| | UUC | | UCC | | UAC | | UGC | | C |
| | UUA | Lösin | UCA | | UAA | Stop | UGA | Stop | A |
| | UUG | | UCG | | UAG | | UGG | Triptofan | G |
| C | CUU | Lösin | CCU | Prolin | CAU | Histidin | CGU | Arginin | U |
| | CUC | | CCC | | CAC | | CGC | | C |
| | CUA | | CCA | | CAA | Glutamin | CGA | | A |
| | CUG | | CCG | | CAG | | CGG | | G |
| A | AUU | İzolösin | ACU | Treonin | AAU | Asparajin | AGU | Serin | U |
| | AUC | | ACC | | AAC | | AGC | | C |
| | AUA | | ACA | | AAA | Lizin | AGA | Arginin | A |
| | AUG | Başlangıç metiyonin | ACG | | AAG | | AGG | | G |
| G | GUU | Valin | GCU | Alanin | GAU | Aspartik asit | GGU | Glisin | U |
| | GUC | | GCC | | GAC | | GGC | | C |
| | GUA | | GCA | | GAA | Glutamik asit | GGA | | A |
| | GUG | | GCG | | GAG | | GGG | | G |

Polar olmayan | Polar | Temel | Asidik | Stop kodonları

**Buna göre, amino asit dizilimi: metiyonin-valin-serin-serin-serin-prolin-valin-valin-metiyonin olan bir polipeptidin sentezinden sorumlu mRNA molekülü için,**

I. En az beş, en fazla dokuz çeşit kodon bulundurur.

II. Toplam otuz nükleotitten oluşur.

III. Ribozomda translasyonu sırasında en az dört, en fazla sekiz çeşit tRNA kullanılabilir.

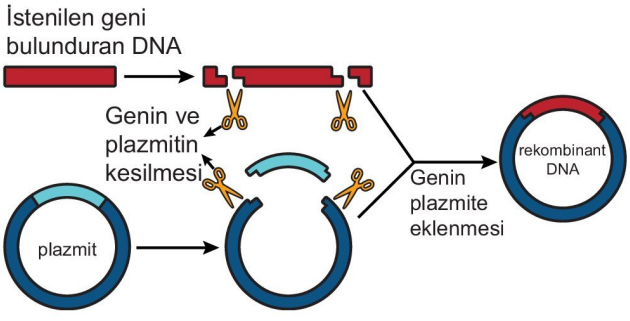
IV. Sentezi ve translasyonu sırasında nükleotitler arasında geçici hidrojen bağları kurabilir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**
(Stop kodonu dikkate alınacaktır.)

A) I ve II B) III ve IV C) I, II ve III

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

**7.**




**Yukarıdaki görselde verilen ve rekombirant DNA elde etme yönteminde kullanılan, aktarılacak geni ve plazmiti kesen, makas şeklinde gösterilmiş olan enzim hangisidir?**

A) DNA polimeraz B) DNA ligaz

C) Restriksiyon endonükleaz D) RNA polimeraz

E) Helikaz

**8. PCR yöntemi ile ilgili,**

I. Bir canlının genomundan izole edilen genlerin laboratuvar ortamında çoğaltılması işlemidir.

II. Normal DNA polimeraz yerine yüksek sıcaklığa dayanıklı bir enzim olan Taq DNA polimerazın kullanılması işlemin daha hızlı gerçekleşmesine yardımcı olur.

III. DNA parmak izi belirlemede kullanılan bir yöntemdir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**9. Yalnızca bulundurduğu pürin bazlarının sayısı bilinen doğrusal yapılı bir DNA molekülündeki;**

I. tek zincirindeki deoksiriboz sayısı,

II. bulundurduğu zayıf hidrojen bağı sayısı,

III. replikasyonu için gerekli fosfat sayısı,

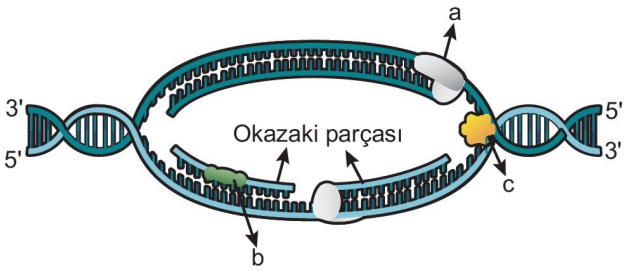
IV. bir genindeki nükleotit sayısının glikozit bağı sayısına oranı

**verilenlerinden hangileri belirlenebilir?**

A) I ve II B) III ve IV C) I, III ve IV

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

**10.** Aşağıdaki görselde replikasyon sırasında görev yapan a, b ve c enzimleri gösterilmiştir.




**Buna göre, seçeneklerdeki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) 3' ipliğinin karşısına yeni zincir 5' → 3' doğrultusunda ve kesintisiz olarak sentezlenir.

B) 5' ipliğinin karşısına yeni zincir yine 5' → 3' doğrultusunda ve diğer ipliğin sentez yönünün tersine doğru üretilir.

C) a enzimi DNA polimeraz III olup yeni zincirlere nükleotit ekler.

D) c enzimi helikaz olup transkripsiyon sırasında da görev yapar.

E) b enzimi ligaz olup parçalı sentezlenen iplikleri birbirine bağlar.

3D YAYINLARI

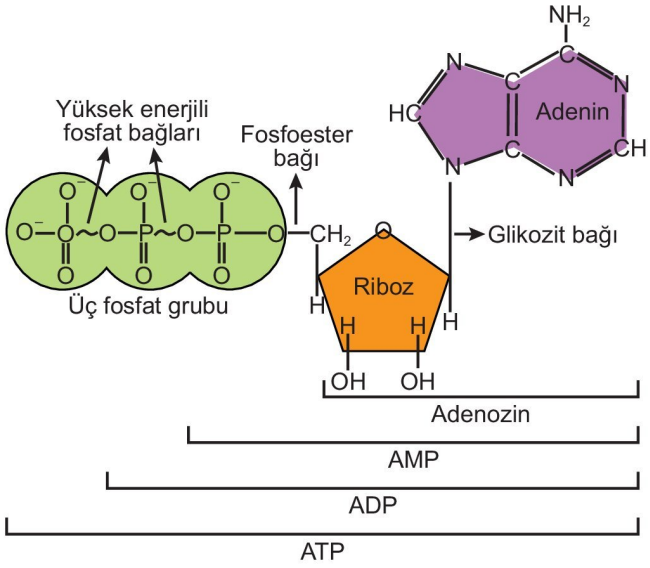
## CANLILIK VE ENERJİ

- Hücrede gerçekleşen yapım ve yıkım olaylarının tümüne **metabolizma** denir.
- Hücreler yaşamsal faaliyetlerini devam ettirmek için enerjiye ihtiyaç duyar.
- İş yapabilme yeteneğine **enerji** denir. Doğada enerji ışık, ısı, ses, hareket, kimyasal bağ ve nükleer enerji şeklinde olabilir.
- Bir nesnenin veya sistemin hareket halinde olmasından dolayı sahip olduğu enerjiye **kinetik enerji** denir.
- Bir nesnenin ya da maddenin durağan halde iken depoladığı enerjiye **potansiyel enerji** denir.
- Canlılar bu iki enerji formunun birbirine dönüşümünü sağlayarak yaşamsal faaliyetlerini devam ettirir.
- Tüm canlılar organik besinlerdeki kimyasal bağ enerjisini ATP'ye dönüştürerek kullanılır.

### ATP (Adenozin Trifosfat)'nin Yapısı ve Özellikleri

- ATP molekülünün yapısında;
  - azotlu organik bazlardan adenin,
  - beş karbonlu şekerlerden riboz,
  - üç fosfat grubu

  bulunur.
- Adenin ile riboz arasında glikozit bağı, riboz ile ilk fosfat grubu arasında fosfoester bağı, fosfat grupları arasında ise yüksek enerjili fosfat bağı vardır.




- Adenin ile ribozdan oluşan yapıya **adenozin** adı verilir.
- Adenozine bir fosfat grubunun bağlanması ile oluşan yapı **adenozin monofosfat (AMP)** dir.
- AMP'ye bir fosfat grubunun eklenmesi ile **adenozin difosfat (ADP)** oluşur.
- ADP'ye bir fosfatın eklenmesi ile **adenozin trifosfat (ATP)** meydana gelir.
- ATP'nin hidrolizi ile fosfat grupları arasındaki yüksek enerjili fosfat bağları kopar; ATP, ADP ve Pi moleküllerine dönüşürken enerji açığa çıkar. Enerji açığa çıkaran bu tepkimelere **ekzergonik tepkimeler** denir.
- ATP'nin yıkımı ile oluşan enerji hücresel olaylarda kullanılır. Gerçekleşmesi için enerjiye ihtiyaç duyulan tepkimelere **endergonik tepkimeler** denir.

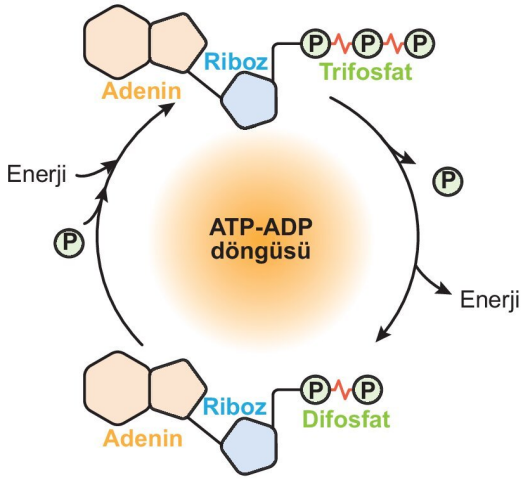
**NOT**

ATP'deki fosfat bağları kararsız yapıda olup bu bağların hidrolizi ile enerji açığa çıkarken ADP ve fosfat grubu ATP'ye göre daha kararlıdır.

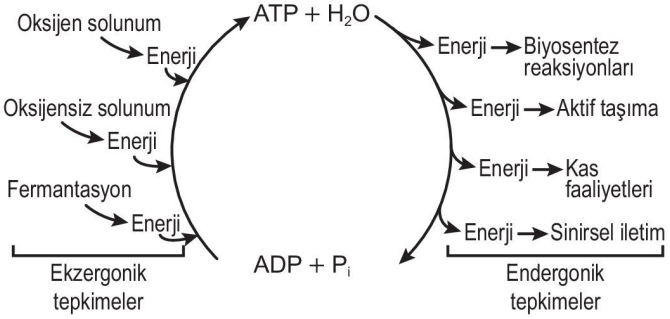
- ATP molekülü sürekli kullanılan ve yenilenen bir moleküldür.

$$ADP + P_i + Enerji \underset{Defosforilasyon}{\overset{Fosforilasyon}{\rightleftharpoons}} ATP + H_2O$$

- ADP'ye enerji harcanarak inorganik fosfat (Pi) eklenmesi ile ATP sentezlenmesine **fosforilasyon**, ATP'nin hidroliz edilerek yapısındaki enerjinin açığa çıkarılmasına ise **defosforilasyon** denir.




- ATP'nin yıkılıp yeniden sentezlenmesi olaylarının tümüne **ATP döngüsü** adı verilir.
- ATP tüm canlı hücrelerde kesintisiz olarak yıkılan ve sentezlenen bir moleküldür.
- ATP depolanmaz.
- Hücre dışında gerçekleşen olaylarda ATP harcanmaz.
- Hücreden hücreye ATP transferi olmaz.
- Her canlı hücre kendisi için gerekli olan ATP'yi üretir ve yalnızca kendisi harcar.
- Metabolik olayların hızlanması ATP döngüsünü hızlandırır.
- Tüm anabolik olaylar, aktif taşıma, endositoz, ekzositoz, sinirsel iletim, kas hareketleri, hücre bölünmeleri gibi olaylarda ATP harcanır (endergonik tepkimeler).
- Oksijenli solunum, oksijensiz solunum, fermantasyon gibi olaylar ile ATP sentezlenir (ekzergonik tepkimeler).

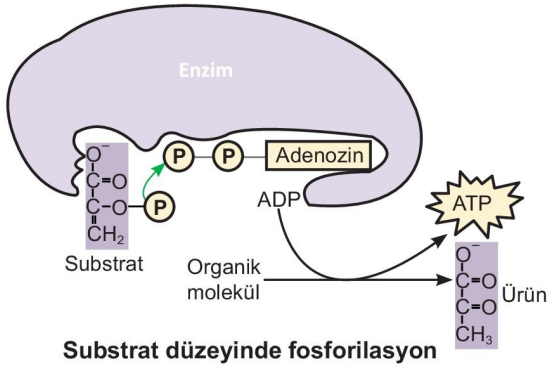



3D YAYINLARI

## Fosforilasyon Çeşitleri

- Kullanılan enerjinin kaynağına göre canlılarda üç farklı fosforilasyon çeşidi vardır:

1. **Substrat Düzeyinde Fosforilasyon (SDF):** Substrat olarak fosfat grubu bulunduran bir organik maddenin yapısındaki fosfat grubunun enzimler yardımıyla ayrılması ve ADP'ye eklenerek ATP sentezlenmesi olayıdır.




**Substrat düzeyinde fosforilasyon**

- Oksijenli solunum, oksijensiz solunum ve fermantasyon olayları sırasında gerçekleştiğinden tüm canlı hücrelerde ortaktır.

**NOT**

SDF'de görev alan enzimler tüm canlı hücrelerde ortak olarak bulunur.

2. **Oksidatif Fosfarilasyon (ODF):** Organik moleküllerin yıkım veya inorganik moleküllerin oksitlenmesi ile oluşan elektronların elektron taşıma sistemi (ETS) adı verilen sistemde yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonları ile taşınması sırasında oluşan enerjiden ATP sentezlenmesidir.

- Ökaryot hücrelerin mitokondrilerinde ve bazı prokaryotların hücre zarlarındaki kıvrımlarda gerçekleşir.
- Oksijenli solunum, oksijensiz solunum ve kemosentez sırasında oksidatif fosforilasyon ile ATP üretimi yapılır.

**NOT**

Oksijenli ve oksijensiz solunum reaksiyonlarında sentezlenen ATP'ler hücresel olaylarda kullanılırken kemosentez reaksiyonlarında sentezlenen ATP'ler yalnızca organik besin yapıtaşı üretiminde harcanır.

3. **Fotofosforilasyon (FF):** Klorofil molekülünün ışık enerjisi kullanarak ADP'ye inorganik fosfat eklemesiyle ATP sentezlenmesidir. Bu olayda da elektron taşıma sistemi kullanılır.

- Fotosentetik canlılarda gerçekleşir.

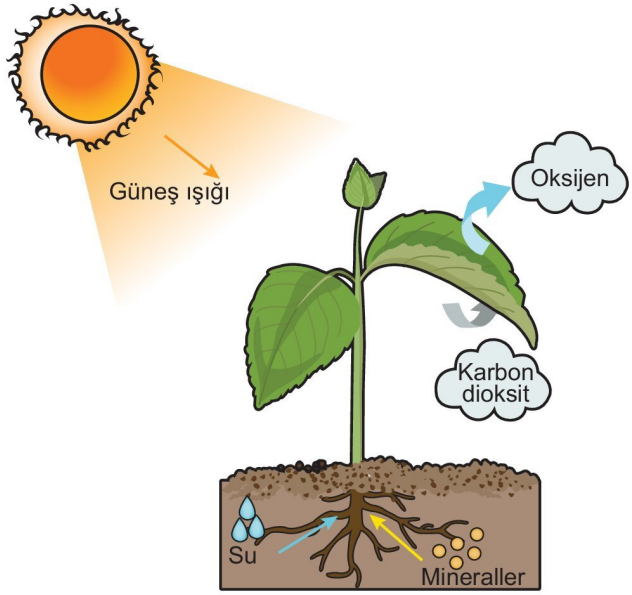
**NOT**

Fotofosforilasyon ile üretilen ATP'lerin tamamı fotosentez reaksiyonlarında organik besin yapıtaşı üretiminde harcanır.

**MERAKLISINA**

Bazı arke çeşitlerinde klorofile benzer bir pigment olan bakteriyorodopsin adı verilen pigment bulunur. Bu arke çeşitlerinde de bakteriyorodopsin sayesinde fotofosforilasyon gerçekleşir. Ancak bu şekilde sentezlenen ATP'ler hücresel olaylarda kullanıldığından bu canlılar fotoheterotrof olarak isimlendirilir.

## Fotosentez

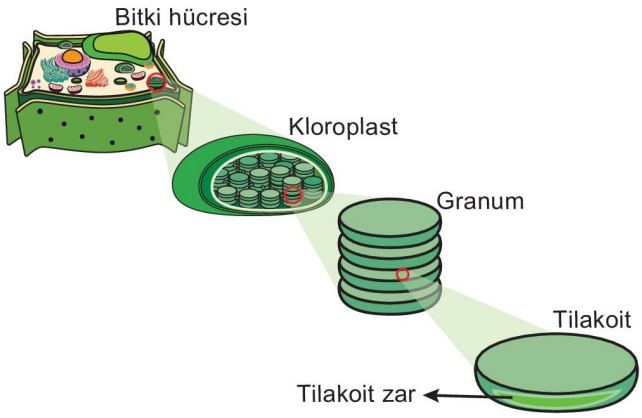



**Bitkide fotosentez**

- Klorofil pigmenti bulunduran canlıların ışık enerjisini kullanarak doğadan aldıkları inorganik maddelerden organik madde sentezlemesi olayına **fotosentez** denir.
- Mor sülfür bakterileri, siyanobakteriler, algler, öglena ve bitkiler (tam parazit bitkiler hariç) fotosentez yaparak organik besin sentezler.
- Fotosentez yapan ototrof organizmalara **fotootrof organizmalar** denir.
- Fotosentezde hidrojen kaynağı olarak su kullanan canlılar ürün olarak $O_2$ de oluşturur ve bu $O_2$'nin fazlasını atmosfere verir. Atmosfere verilen $O_2$'nin büyük bir kısmı su ekosistemlerinde yaşayan fitoplanktonlar tarafından üretilir.

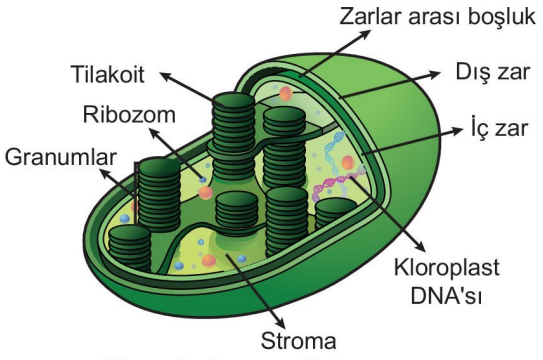
## Fotosentez ve Fotosentezin Gerçekleştiği Yapılar

- Ökaryot canlılarda fotosentez kloroplast organelinde gerçekleşir.
- Kloroplast çift zarlı, kendine özgü halkasal DNA molekülü, RNA, ribozom, bazı enzimler, organik ve inorganik yapılı bazı moleküller ve klorofil pigmentlerini bulunduran organeldir.
- Kloroplastın dış zarı düzdür. İç zarı ise **tilakoit** adı verilen ince, yassı ve para yığını şeklinde kesecikler oluşturur.
- Klorofiller tilakoitler üzerinde bulunur.
- Tilakoitlerin üst üste dizilmesiyle oluşan yapılara **granum** denir.




**Fotosentezde görevli yapılar**

- Granumlar ara lameller ile birbirine bağlanarak **grana** adı verilen yapıları oluşturur.
- Tilakoitlerin gömülü olduğu, kloroplastin içini dolduran sıvıya **stroma** denir.
- Stromada fotosentezin ışıktan bağımsız evre reaksiyonlarında görevli enzimler, DNA, RNA ve ribozom, amino asit, lipit, nişasta ve bazı proteinler bulunur. Kloroplast, DNA'sı sayesinde çekirdek kontrolünde çoğalabilir. DNA, RNA ve ribozomları sayesinde protein sentezi yapabilir.
- Tilakoitler ışık enerjisini kimyasal bağ enerjisine dönüştürerek fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonlarında görev yaparken stroma ışıktan bağımsız evre reaksiyonları ile monomerlerin sentezinin yapıldığı kısımdır.




**Kloroplast organelinin yapısı**

- Fotootrof organizmalarda ışık varlığında gerçekleşen fotosentezin kimyasal denklemi şöyledir:

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

  - Bu denklemin sadeleşmiş şekli ise şu şekildedir:

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

- Fotosentezde üretilen organik besinin karbon kaynağı tüm fotosentetik canlılarda $CO_2$'dir. Ancak hidrojen kaynağı farklılık gösterebilir.
- Fotosentetik ökaryotlarda ve siyanobakterilerde hidrojen kaynağı $H_2O$ iken kükürt bakterilerinde hidrojen kaynağı olarak $H_2S$ kullanılır.
  - Hidrojen kaynağı olarak $H_2O$ kullanan canlılarda yan ürün olarak oksijen, $H_2S$ kullanan canlılarda ise yan ürün olarak kükürt açığa çıkar.

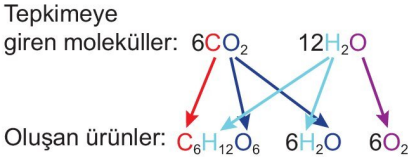
Fotosentetik ökaryotlarda ve siyanobakterilerde fotosentez:

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

Kükürt bakterilerinde fotosentez:

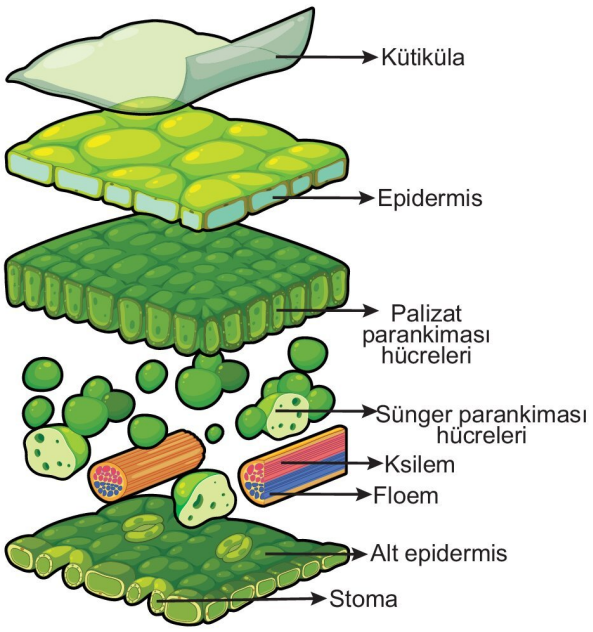
$$6CO_2 + 12H_2S \xrightarrow[\text{Klorofil}]{\text{Işık}} C_6H_{12}O_6 + 12S + 6H_2O$$

- Bilim insanları yapmış oldukları çalışmalar ile fotosentezde üretilen glikozun ve oluşan suyun hidrojen kaynağının tüketilen su molekülleri, oluşan suyun ve üretilen glikozun oksijen kaynağının tüketilen karbondioksit molekülleri ve oluşan oksijenin kaynağının tüketilen su molekülleri olduğunu ispatlamışlardır.




**NOT**

Çimlenmekte olan tohumlar ve bitkinin birçok hücresi fotosentez yapmaz. Bitkilerde palizat parankiması, sünger parankiması ve stoma hücreleri fotosentez ile organik besin sentezi yapabilir.

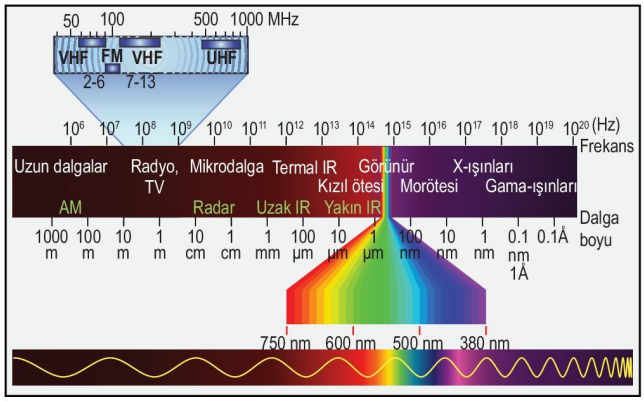



**Yaprak enine kesiti**

YAYINLARI

## Işık Enerjisi

- Işık dalgalar halinde yayılan bir enerji türüdür. Yüksek hızda yayılan ve enerji taşıyan taneciklere **foton** denir.
- Işığın yayılırken oluşturduğu iki ardışık tepe noktası arasındaki mesafeye **ışığın dalga boyu** denir.
- Işık dalga boylarının sıralanması **elektromanyetik spektrumu** oluşturur.
- İnsan gözüyle görülebilen görünür ışık dalga boyu aralığı 380-750 nm arasıdır.




**Elektromanyetik spektrum**

- Tüm renklerin karşımı olan beyaz ışığın prizmadan geçirilerek dalga boylarına ayrılması ile elde edilen görünür ışık dalga boylarından en uzun olanı kırmızı, en kısa olanı ise mor ışıktır.
- Işığın dalga boyu arttıkça enerjisi azalır.
- Bitkiler fotosentezde sadece görünür ışığı kullanabilir.
- Işık bir cisme çarptığında;
  - soğurulabilir yani absorbe edilebilir,
  - yansıtılabilir,
  - geçirilebilir.

**NOT**

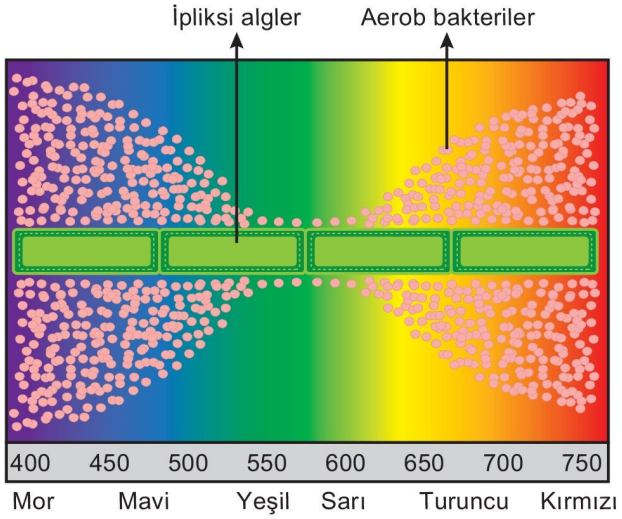
Fotosentez sırasında ışığın bir kısmı soğurulurken bir kısmı geçirilebilir ve bir kısmı da yansıtılabilir. Ancak fotosentezde önemli olan klorofil pigmenti tarafından soğurulabilen ışık miktarıdır.

- Fotosentezde, görünür ışığı absorbe eden renk verici maddelere **pigment** denir.
- Farklı pigmentler farklı dalga boylarına sahip ışığı soğurur, soğurulamayan ışınları geçirebilir veya yansıtabilir.
- Bitkilerde klorofilden başka **karotenoit** adı verilen pigmentlerde bulunur. Bu pigmentlerden karoten turuncu, ksantofil sarı ve likopen kırmızı renklidir.
- Karotenoitler;
  - çiçek ve meyvelere renk verir,
  - klorofilin soğuramadığı farklı dalga boylarına sahip ışığı soğurarak klorofile aktarır,
  - klorofile zarar verecek olan aşırı ışığa emerek yayar ve klorofili korur.

**NOT**

Karotenoitler fotosenteze yardımcı olur ancak kendileri fotosentez yapamaz.

- 1883 yılında Theodore Engelmann düzenlemiş olduğu deneyinde fotosentez hızı ile görünür ışık dalga boyu arasındaki ilişkiyi göstermiştir.
  - Engelmann deneyinde beyaz ışığı prizmadan geçirerek dalga boylarına ayırmış ve bu ışıkları fotosentetik ipliksi algin üzerine düşürmüştür. Hangi ışık dalga boyunda algin fotosentez hızının yüksek olduğunu belirlemek için ortalama oksijenli solunum yapan bakteriler eklemiş, bu bakterilerin algin mor, mavi ve kırmızı ışık alan kısımlarında kümelendiğini, yeşil ışık olan kısmında ise çok az bakteri bulunduğunu gözlemlemiştir.
  - Bu deneyden klorofilin mavi, mor ve kırmızı ışığı daha iyi soğurduğu, yeşil ışığı ise büyük oranda yansıttığı için fotosentez hızının yeşil ışıkta düşük olduğu sonucuna ulaşmıştır.




**Engelmann'ın yaptığı deney**

**NOT**

Cisimler yansıttıkları ışığın renginde görünür. Yeşil renk pigmenti olan klorofil de yeşil ışığı büyük oranda yansıtır.

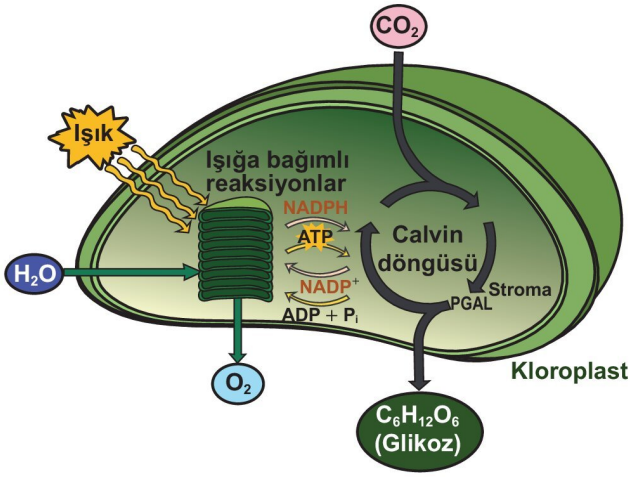
**NOT**

Klorofil C, H, O, N ve Mg'dan oluşan bir pigmenttir. Klorofilin yapısında Fe bulunmadığı halde klorofil sentez enzimlerinin kofaktörü olan Fe olmadan bitkide klorofil sentezi gerçekleşemez.

3D YAYINLARI

## Fotosentez Reaksiyonları

➜ Fotosentez ışığa bağımlı reaksiyonlar ve ışıktan bağımsız reaksiyonlar (Calvin döngüsü) olmak üzere iki evrede gerçekleşir.




**Fotosentez reaksiyonları**

## Işığa Bağımlı Reaksiyonlar

➜ Ökaryot hücrelerde kloroplastın tilakoit zarlarında, prokaryot hücrelerde ise hücre zarı kıvrımlarında gerçekleşir.

➜ Bu evrede ışık, klorofil, ETS (elektron taşıma sistemi), $NADP^+$ koenzimi, ökaryotlarda ve siyanobakterilerde hidrojen kaynağı olarak $H_2O$ (mor kükürt bakterilerinde ise $H_2S$) ve bazı enzimler kullanılır.

**NOT**

$NADP^+$ (nikotin amid adenin dinükteotit fosfat), $H^+$ ve elektron transferi yapan ve ribonükleotit yapıda olan bir koenzimdir.

➜ ATP sentezi için klorofilin ışığı soğurması ve uyarılmış elektronların klorofilden ayrılan bu elektronlar granumlardaki ETS'ye verilerek bir molekülden diğerine aktarılır (indirgenme - yükseltgenme). ETS'de elektron alan moleküller indirgenirken elektron veren moleküller yükseltgenir. Bu aktarım sırasında elektronlardaki enerjinin bir kısmı ile ATP üretilir. Bir kısmı ise ısı şeklinde ortama verilir.

➜ Klorofil kaybettiği elektronları sudan karşılar.

➜ Işık enerjisi yardımıyla ATP sentezlenmesine **fotofosforilasyon** denir.

➜ Işığa bağlı reaksiyonlarda klorofil tarafından soğurulan ışığın bir kısmı ile su molekülleri parçalanır. Bu olaya **fotoliz** denir.

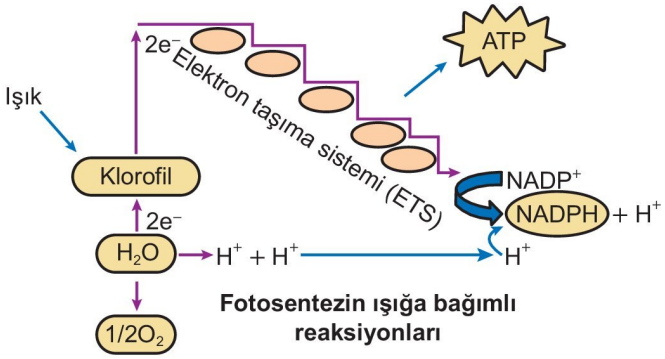
$$H_2O \xrightarrow{\text{Enzim}} 2e^- + 2H^+ + 1/2O_2$$

➜ Suyun fotolizi ile oluşan $H^+$, $NADP^+$ tarafından tutulur ve NADPH molekülü oluşur.

➜ Fotolizde oluşan $O_2$'nin fazlası ise atmosfere verilir ($O_2$ oluşum reaksiyonlarına **Hill reaksiyonları** da denir).

Özetle; ışığa bağımlı reaksiyonlarda;

- Işık, klorofil, ETS, $NADP^+$, $H_2O$, enzim kullanılır.
- $O_2$, NADPH ve ATP oluşturulur.




**Fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonları**

## Işıktan Bağımsız Reaksiyonlar (Calvin Döngüsü)

➜ Ökaryot hücrelerde stromada, prokaryot hücrelerde ise sitoplazmada gerçekleşir.

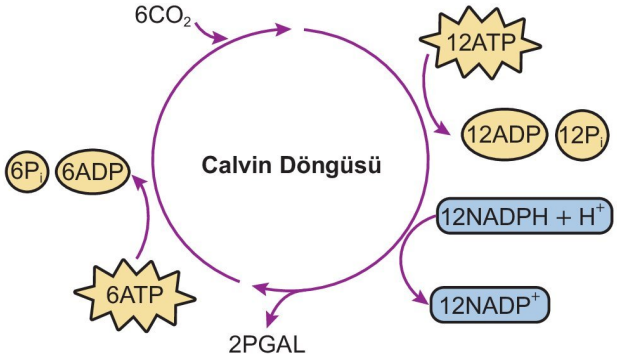
➜ 1961 yılında Melvin Calvin tarafından açıklandığı için **Calvin döngüsü** de denir.

➜ Bu evrede $CO_2$ tüketilerek organik madde sentezi yapılır.

➜ Işıktan bağımsız evre reaksiyonlarında, ışığa bağlı reaksiyonlarda sentezenen ATP'ler ve NADPH'lar ile enzimler kullanılır.

**NOT**

Stromadaki enzimler kloroplastın kendi ribozomlarında sentezlenir.

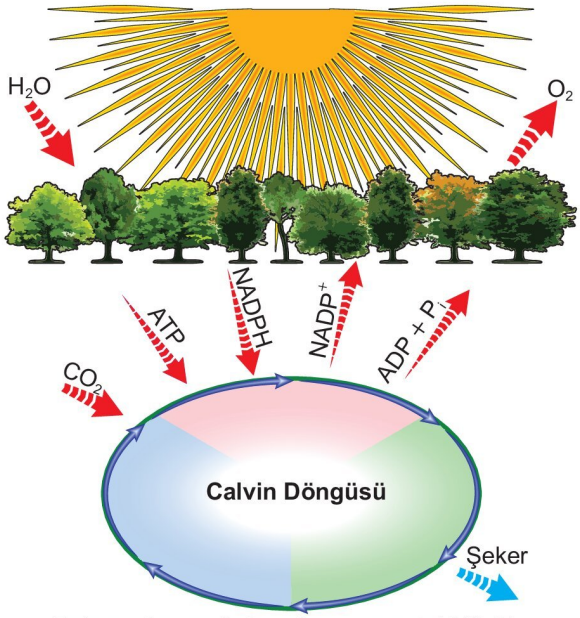



➜ Calvin döngüsünde, ışığa bağımlı reaksiyonlardan gelen ATP'lerin defosforilasyonu ile oluşan enerji yardımıyla $CO_2$ ve NADPH'in hidrojenleri birleştirilir (NADPH yükseltgenmiş olur). Sonuçta PGAL molekülleri oluşur.

➜ Oluşan PGAL moleküllerinin bir kısmı glikoza dönüşür, bir kısmı ise diğer organik maddelerin üretiminde kullanılır.

➜ Oluşan ADP, $P_i$ ve $NADP^+$ molekülleri granaya aktarılarak ışığa bağımlı reaksiyonlarda ATP ve NADPH oluşumunda kullanılır.

3D YAYINLARI



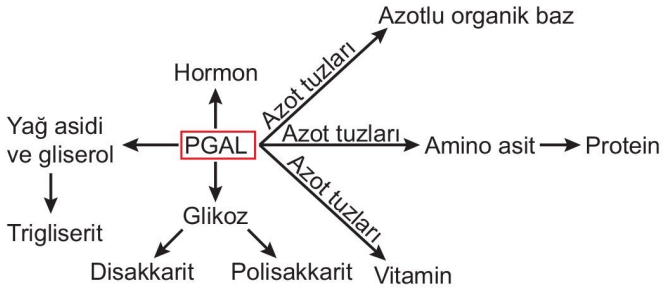

**Fotosentez reaksiyonları arasındaki ilişki**

**NOT**

PGAL bitkinin ihtiyacı olan tüm organik moleküllerin sentezinin temelini oluşturan bir moleküldür.

### Organik Moleküllerin Sentezi

- Işıktan bağımsız evre reaksiyonlarında oluşan PGAL moleküllerinin bir kısmı glikoza dönüştürülür.
- Glikoz; maltoz, sükroz, nişasta gibi moleküllerin üretiminde kullanılabilir.
- Glikoz, hücrede solunum reaksiyonlarında kullanılabilir.
- Glikozun fazlası nişastaya dönüştürülerek depolanabilir.
- PGAL moleküllerinin bir kısmından ve şeker fosfat bileşiklerinden dönüşüm tepkimeleri ile amino asit, yağ asidi, gliserol, vitamin, hormon, azotlu organik baz gibi moleküller de sentezlenebilir.
- PGAL moleküllerinden amino asit, vitamin, azotlu organik baz gibi azot içerikli besinlerin sentezi sırasında azota ihtiyaç vardır. Bu azot bitki kökleri ile topraktan azot tuzu şeklinde alınır ve kullanılır.




**NOT**

PGAL molekülünden diğer organik besin yapı taşlarının oluşum reaksiyonlarının çoğu kloroplastta gerçekleşir.

**NOT**

Glikozların fazlasının nişastaya dönüştürülerek depo edilmesinin amacı hücrenin osmotik basıncını ayarlamaktır (Glikoz suda iyi çözündüğünden osmotik basıncı arttırarak hücrenin fazla su alıp şişmesine neden olur).

**NOT**

Bitkilerde nişastanın asıl depo edildiği organel lökoplast olsa da kloroplastta da bir miktar nişasta depolanabilir. Ökaryot hücrelerde gerçekleşen fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonları ile ışıktan bağımsız reaksiyonları şu şekilde karşılaştırılabilir:

| Işığa bağımlı reaksiyonlar | Işıktan bağımsız reaksiyonlar |
|---|---|
| • Işık, klorofil ve ETS görev yapar. | • Işık, klorofil ve ETS görev yapmaz. |
| • Tilakoit zarda gerçekleşir. | • Stromada gerçekleşir. |
| • $NADP^+$, $H_2O$, ADP ve $P_i$ kullanılır. | • ATP, NADPH ve $CO_2$ kullanılır. |
| • NADPH, ATP ve $O_2$ üretilir. | • Glikoz, amino asit, vitamin gibi organik maddeler üretilir. |
| • Su fotolize uğrar. | • Su fotolize uğramaz. |
| • Fotofosforilasyon ile ATP sentezi gerçekleşir. | • Defosforilasyon gerçekleşir. |

**NOT**

Işıktan bağımsız reaksiyonlarda ışığa doğrudan ihtiyaç yoktur ancak ışığa bağımlı reaksiyonlarda sentezlenen ATP'lere ve NADPH'lara ihtiyaç vardır. Bu nedenle ışığa bağımlı reaksiyonlar gerçekleşmezse ışıktan bağımsız reaksiyonlar da gerçekleşmez.

**NOT**

Kloroplastta ADP'nin ATP'ye ve $NADP^+$'nın NADPH'a dönüştüğü kısım stromadır.

**Shorts 26**

**Işığa bağımlı ve ışıktan bağımsız tepkimelerdeki temel fark nedir?**

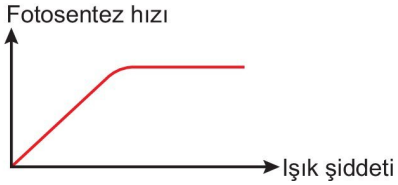
### Fotosentez Hızına Etki Eden Faktörler

- Birim zamanda tüketilen $CO_2$ ya da üretilen $O_2$ miktarı belirlenerek fotosentez hızı ölçülebilir.
- Fotosentez hızı minimum kuralı ile belirlenir.
- Fotosentez için gerekli olan faktörlerden neredeyse tamamı uygun ve yeterli olsa bile bir faktörün yetersiz ya da uygun olmaması durumunda fotosentezin hızını o faktörün belirlemesine **minimum kuralı** denir. Bitkinin fotosentezi sırasında tüketilecek ya da kullanılacak olan maddelerin oranını da fotosentez hızını belirleyen maddenin karşılanma oranı belirler.

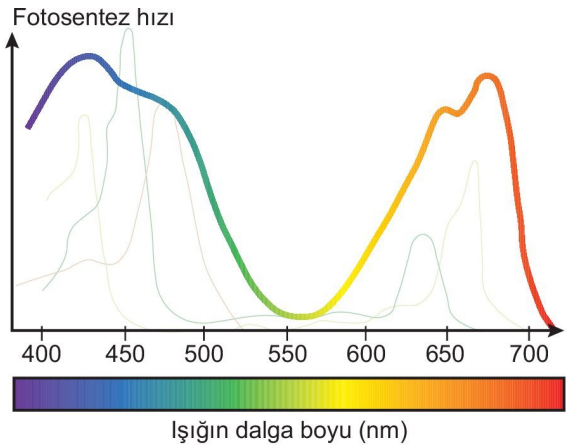
**Minimum kuralını gösteren fıçı örneği**

- Fotosentez hızını bitkinin genetik yapısı ve çevresel faktörler etkiler.
- **Genetik faktörler;** klorofil miktarı, kloroplast sayısı, yaprak yüzeyi genişliği ve sayısı, stoma sayısı, örtü tüyü miktarı, kütikula kalınlığı ve enzim miktarı gibi faktörlerdir.
- **Çevresel faktörler;** ışık şiddeti, ışığın dalga boyu, $CO_2$ yoğunluğu, sıcaklık, su miktarı, pH ve mineral miktarı gibi faktörlerdir.

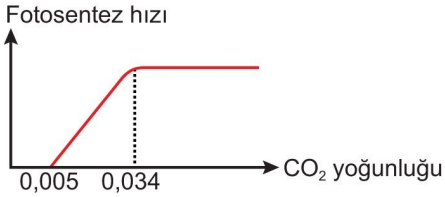
**Işık şiddeti:** Işık şiddeti arttıkça fotosentez hızı belirli bir noktaya kadar artar. Ancak diğer faktörlerin sınırlayıcı etkisinden dolayı belirli bir noktadan sonra fotosentez hızı değişmez.




**Işığın dalga boyu:** Mor, mavi ve kırmızı ışık klorofil tarafından iyi soğurulduğu için bu dalga boylarında fotosentez hızı yüksektir. Klorofil yeşil ışığı büyük oranda yansıtıp çok az soğurduğundan yeşil ışıkta fotosentez hızı düşüktür.




**$CO_2$ yoğunluğu:** Fotosentezin başlaması için $CO_2$ yoğunluğunun belirli bir miktara ulaşması gerekir. $CO_2$ yoğunluğu arttıkça fotosentez hızı belirli bir değere kadar artar ve sonra sabit kalır.



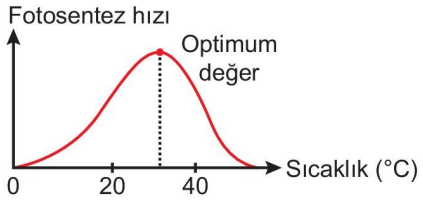

**Shorts 27**

**Kemosentez olayında doğadaki her canlı oksijen ile mi oksitleme gerçekleştirir?**

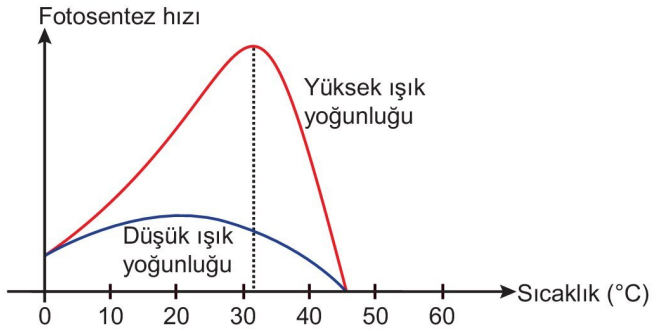
**NOT**

KOH, $Ca(OH)_2$, NaOH, $Ba(OH)_2$ gibi maddeler $CO_2$ tutucu olduğundan ortamda bulunması fotosentez hızını olumsuz etkiler.

**Sıcaklık:** Fotosentez enzimsel bir olay olduğundan sıcaklık değişimlerinden etkilenir. Enzimlerin en iyi çalıştığı sıcaklık değerine **optimum sıcaklık** denir. Fotosentez hızı optimum sıcaklıkta maksimumdur. Sıcaklığın optimum değerin altına düşmesi veya üzerine çıkması fotosentez hızını olumsuz etkiler.




Işık şiddeti ile sıcaklık birlikte düşünülürse, ışık şiddeti yüksek iken sıcaklık artışı belirli bir değere kadar fotosentezi hızlandırır. Ancak yüksek sıcaklık enzimlerin yapısını bozduğundan optimum sıcaklıktan sonra fotosentez hızı azalır. Işık şiddeti düşük iken sıcaklık artışı fotosentezde belirgin bir artışa neden olmaz, çünkü minimum kuralına göre ışık şiddeti yetersizliği fotosentez hızını belirleyici temel faktör olur.



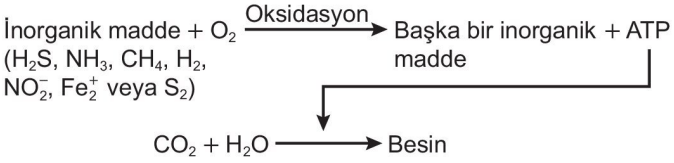

**NOT**

Doğal ışık miktarının yetersiz olduğu durumlarda tarımsal ürün miktarının artırılması için yapılan elektriksel aydınlatmaya **yapay ışıklandırma** denir.

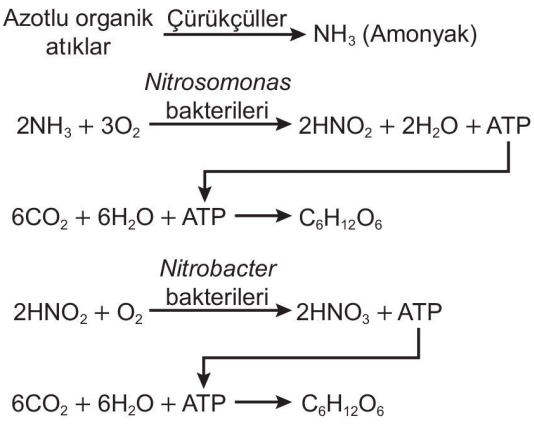
3D YAYINLARI

### Kemosentez

- İnorganik maddelerin oksidasyonu yardımıyla elde edilen enerjinin kullanılması ile inorganik maddelerden organik maddelerin sentezlenmesine **kemosentez** denir.
- Kemosentez yaparak organik besin üreten canlılara **kemootrof** denir.
- Kemosentez sadece bazı prokaryotlar (bakteri ve arke) tarafından gerçekleştirilir.
- Kemosentezde metan, hidrojen, demir, kükürt, nitrit, nitrat, hidrojen sülfür, amonyak gibi inorganik maddeler enerji kaynağı olarak kullanılabilir.
- Kemosentetik bakterilerde ve arkelerde klorofil pigmenti bulunmaz ve ışık kullanılmaz.
- Kemosentez olayında;
  - İnorganik maddenin oksidasyonu sırasında oluşan elektronlar özel bir ETS'den aktarılırken bu elektronların enerjilerinin bir kısmı oksidatif fosforilasyon ile ATP sentezlenmesinde kullanılır.
  - Sentezlenen ATP molekülleri fotosentezin ışıktan bağımsız evre reaksiyonlarına benzerlik gösteren reaksiyonlar sürecinde $CO_2$ ile hidrojen kaynağından elde edilen hidrojenlerin birleştirilmesi için harcanır.




- Kemosentezde fotoliz gerçekleşmediğinden $O_2$ oluşmaz.
- Kemosentetik canlılar doğadaki madde döngüsünde önemli rol oynar.
  - Çürükçül organizmaların faaliyetleri sonucu oluşan $NH_3$, kemosentetik *Nitrosomonas* bakterileri (nitrit bakterileri) tarafından oksitlenerek nitrite ($NO_2$), nitrit ise kemosentetik *Nitrobacter* bakterileri (nitrat bakterileri) tarafından oksitlenerek nitrata ($NO_3$) dönüştürülür.
  - Nitrit ve nitrat bakterilerinin faaliyetleri sonucu topraktaki $NH_3$ bitkilerin kullanılabileceği nitrat formuna çevrilmiş olur.




- Nitrit ve nitrat bakterilerinin topraktaki $NH_3$'ü bitkinin alabileceği nitrat formuna dönüştürmesi olayına **nitrifikasyon** denir.

**NOT**

Kükürt, metan, demir ve hidrojen bakterileri de besin sentezi için bu maddeleri oksitlerken diğer canlıların kullanabileceği maddeleri oluşturarak doğaya verirler.

**NOT**

$H_2S$ kemosentetik bakteri için enerji kaynağı iken fotosentetik mor sülfür bakterisi için hidrojen ve elektron kaynağıdır.

- Kemosentetik organizmalar ve bunlardan elde edilen enzimler,
  - biyoyakıt ve biyogaz üretiminde,
  - çevre kirliliğinin önlenmesinde,
  - metallerin kirlettiği suların temizlenmesinde,
  - düşük kaliteli metal cevherlerinin zenginleştirilmesinde

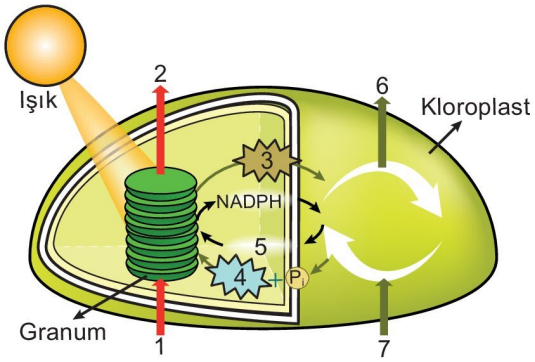
  kullanılmaktadır.
- Fotosentez ve kemosentezde,
  - inorganik maddelerden organik madde sentezi,
  - karbon kaynağı olarak $CO_2$ kullanımı,
  - enzim kullanımı,
  - ATP tüketimi,
  - ETS'nin kullanımı,
  - oksijensiz ortamda gerçekleşebilme

  özellikleri ortaktır.
- Fotosentezde, klorofil ve ışık kullanımı, prokaryot ve ökaryotlarda gerçekleşebilme, hidrojen kaynağı olarak $H_2S$, $H_2$ ve $H_2O$ kullanımı ve atmosfere $O_2$ verilebilme görülürken kemosentezde klorofil kullanımı yoktur. Ayrıca kemosentez sadece bazı prokaryotlarda gerçekleşir, hidrojen kaynağı $H_2O$'dur ve atmosfere $O_2$ verilmez.

3D YAYINLARI

## ETKİNLİK 1

Aşağıdaki görselde fotosentez reaksiyonlarında kullanılan ve oluşan moleküller numaralandırılarak verilmiştir.




**Buna göre; numaralandırılmış moleküllerin neler olduğunu ve ışık kaynağının ortamdan kaldırılması durumunda numaralandırılmış moleküllerden hangilerinin kloroplastta oluşumunun, hangilerinin kullanımının durması gerektiğini belirleyiniz.**

## ETKİNLİK 2

**Fotosentezin ışığa bağımlı ve ışıktan bağımsız evre reaksiyonları ile ilgili olarak verilen aşağıdaki ifadelerden doğru olanların karşısındaki kutucuğa "D", yanlış olanların önündeki kutucuğa "Y" yazınız.**

- Fotototrof organizmaların tümünde ışığa bağımlı evre kloroplastta gerçekleşir. ☐
- Karbon özümlemesi reaksiyonları ile ışıktan bağımsız evrede organik madde sentezi yapılır. ☐
- Işığa bağımlı evre yalnızca ışık varlığında gerçekleşirken ışıktan bağımsız evre ışık varlığında ve yokluğunda gerçekleşebilir. ☐
- Klorofili olan her hücre fotosentezin ışığa bağımlı evre reaksiyonlarında suyun fotolizini gerçekleştirerek oluşan $O_2$'nin bir kısmını atmosfere verir. ☐
- Işığa bağımlı evre reaksiyonlarında sentezlenen ATP'lerin tümü ve NADPH molekülünün hidrojenleri, ışıktan bağımsız evre reaksiyonlarında kullanılır. ☐

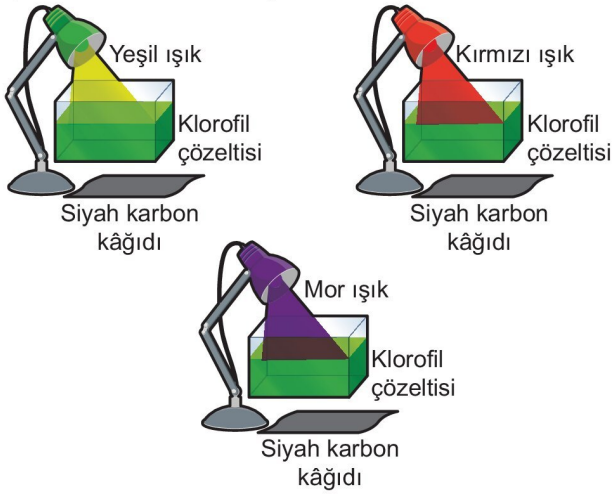
## ETKİNLİK 3

**Aşağıdaki ifadelerden fotosenteze özgü olanların karşısındaki kutucuğa "f", kemosenteze özgü olanların karşısındaki kutucuğa "k", fotosentez ve kemosentezde ortak olanların karşısındaki kutucuğa "o" harfi yazınız.**

- Yalnızca bazı prokaryotlarda gerçekleşir. ☐
- Besinin yapısına katılan hidrojenlerin kaynağı olarak su molekülleri kullanılabilir. ☐
- Klorofil pigmenti kullanımı zorunludur. ☐
- Enerji kaynağı olarak $H_2S$ kullanılabilir. ☐
- İnorganik maddelerden organik madde sentezi yapılır. ☐
- Aydınlık ortamda da karanlık ortamda da gerçekleşir. ☐

## BECERİ TEMELLİ SORU 1

Özdeş klorofil çözeltileri kullanılarak yapılan aşağıdaki deneyde klorofil çözeltilerine farklı dalga boylarına sahip ışıkları verildiğinde, saydam cam kapların altında bulunan siyah karbon kağıtlarından en fazla yeşil ışık, en az mor ışık verilenin ısısının arttığı belirlenmiştir.




**Işık dalga boyu dışındaki diğer tüm faktörlerin aynı olduğu bilindiğine göre, bu deney ve sonuçları ile ilgili;**

I. Klorofil pigmentinin mor ışığı absorbe etme yeteneği, yeşil ışığı absorbe etme yeteneğinden fazladır.

II. Klorofil çözeltisi en az yeşil ışığın enerjisini azalmıştır.

III. Kırmızı ışığın enerjisinin bir kısmı klorofil tarafından soğurulurken bir kısmı geçirilmiştir.

**yorumlarından hangileri yapılabilir?**

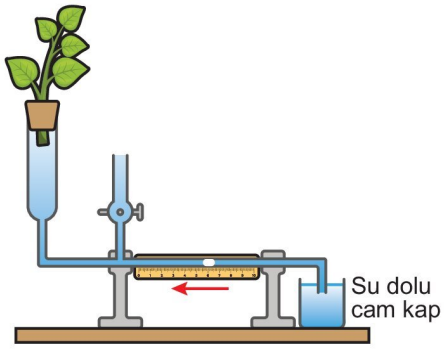
A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

## BECERİ TEMELLİ SORU 2

Sarı ışık ile aydınlatılan ve fotosentez için diğer tüm koşulların optimum olarak ayarlandığı laboratuvar ortamında yapılan aşağıdaki deneyde su dolu kılcal tüpteki hava kabarcığının ok yönünde ilerlediği gözlemlenmiştir.




**Ortamdaki sarı ışık kaynağının aynı şiddette kırmızı ışık kaynağı ile değiştirilmesi durumunda;**

I. hava kabarcığının ok yönünde ilerleme hızı,

II. su dolu kaptaki su seviyesi,

III. bitkide birim zamanda oluşan $O_2$ miktarı

**verilenlerden hangilerinde artış olması beklenir?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 1

Bakterilerin beslenme şekli üzerine araştırmalar yapan bir öğrencinin X,Y ve Z bakterileri ile ilgili elde ettiği bazı veriler şunlardır:

**X bakterisi:** Doğadaki $H_2S$'i oksitleyerek elde ettiği enerji ile karbon özümlemesi yapmaktadır.

**Y bakterisi:** Sitoplazmasındaki klorofil pigmentleri sayesinde ışık enerjisinden ATP sentezlemektedir.

**Z bakterisi:** Organik besin monomerlerinden oksijensiz ortamda sentezlediği ATP'leri harcalayarak metabolik olayları gerçekleştirilmektedir.

**Buna göre, verilen bakterilerden hangilerinin kemootrof olduğu kesindir?**

A) Yalnız X B) Yalnız Y C) Yalnız Z

D) X ve Y E) X ve Z

## BİRE BİR ÖSYM 2

**Bitkilerde fotosentezin ışığa bağımlı olmayan reaksiyonlarında;**

I. defosforilasyon,

II. suyun fotolizi,

III. $CO_2$ tüketimi

**olaylarından hangileri gerçekleşir?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 3

**Fotosentez yapan canlıların fotosentez sırasında atmosfere verdiği ürün çeşidinin farklılık göstermesinin nedeni;**

I. tüketilen hidrojen kaynaklarındaki farklılık,

II. ortamdaki ışık şiddetindeki değişkenlik,

III. klorofil miktarındaki farklılık

**verilenlerden hangileri olamaz?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

### Hücresel Solunum

- Tüm canlılar metabolik faaliyetlerini yürütmek ve yaşamlarını devam ettirmek için enerjiye ihtiyaç duyar.
- Glikoz, amino asit, yağ asidi ve gliserol gibi organik besinlerin yapısındaki kimyasal bağ enerjisinden ATP sentezlenmesine **hücresel solunum** denir.
- Canlılarda hücresel solunumun oksijenli ve oksijensiz solunum olmak üzere iki çeşidi vardır. Ancak fermantasyon adı verilen yıkım tepkimeleri ile ATP sentezleyen canlılar da vardır.

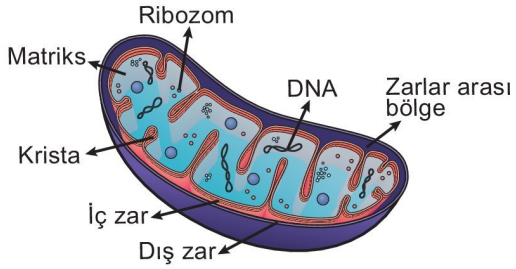
### Oksijenli Solunum

- Organik besin yapı taşlarının, enzimler ve ETS yardımıyla, oksijen kullanılarak $CO_2$ ve $H_2O$ gibi inorganik maddelere kadar parçalanmasına **oksijenli solunumu** denir.
- Oksijenli solunumda besinin yapısındaki enerji bir kısmı ATP sentezi için kullanılırken bir kısmı ısıya dönüşür.

- Prokaryot hücrelerde oksijenli solunum sitoplazmada başlar. Oksijenli solunum ile ilgili ETS elemanları bu hücrelerin hücre zarı kıvrımlarında bulunur.
- Ökaryot hücrelerde oksijenli solunum sitoplazmada başlar ve mitokondride devam eder.

### Mitokondrinin Yapısı

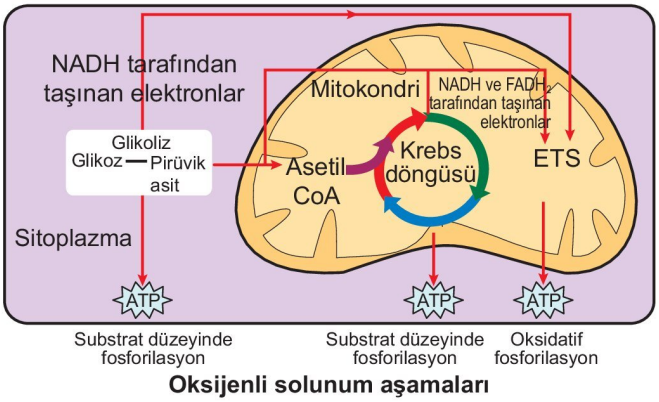
- Mitokondri çift birim zarla çevrili olup dış zarı düz, iç zarı ise kıvrımlıdır.
- İç zardaki yüzey alanını genişleterek solunumdaki enerji verimini artıran kıvrımlara **krista** denir. Kristada ATP sentaz enzimi ve ETS yer alır.
- Mitokondrinin iç ve dış zarı arasındaki bölgeye **zarlar arası boşluk** adı verilir.
- Mitokondrinin iç zarının çevrelediği sıvıya **mitokondriyal matriks** denir.
- Matrikste oksijenli solunum ile ilgili enzimler, ribozomlar, halkasal yapılı DNA molekülü, RNA'lar, organik ve inorganik moleküller bulunur.
- Mitokondriler çekirdek kontrolünde DNA'sını eşler ve çoğalır. DNA, RNA ve ribozomları sayesinde protein sentezi yapar.
- Mitokondride sentezlenen ATP'ler kloroplast dışında enerji ihtiyacı olan organellerle paylaşılır.
- Enerji ihtiyacı fazla olan sinir, kalp, çizgili kas ve karaciğer hücrelerinde mitokondri sayısı fazladır.
- Enerji ihtiyacı az olan yağ doku hücrelerinin ise mitokondri sayısı çok azdır.




**Mitokondrinin yapısı**

- Oksijenli solunum;
  - glikoliz,
  - Krebs döngüsü,
  - ETS (elektron taşıma sistemi)

  aşamalarından oluşur.




**Oksijenli solunum aşamaları**

**NOT**

Glikoliz evresi oksijenli solunum, oksijensiz solunum ve fermantasyonda aynı olup tüm canlı hücrelerde sitoplazmada gerçekleşir. Glikoliz enzimleri tüm canlı hücrelerde ortak olarak bulunur ve sentezlenir.

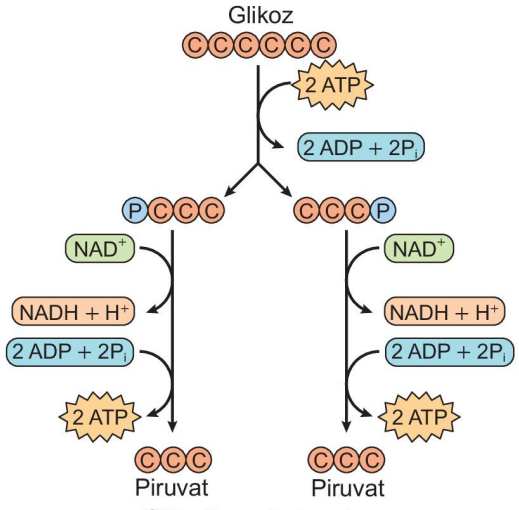
### Glikoliz

- Glikoz molekülünün sitoplazmada, enzimler kullanılarak iki molekül pirüvata (pirüvik aside) yıkımına **glikoliz** denir.
- Glikoliz reaksiyonlarının başlaması için glikozun aktifleşmesi yani kararsız hale getirilmesi gerekir. Bu olay sırasında 2 molekül ATP harcanır.
- Glikozun aktivasyonundan sonraki aşamalarda substrat düzeyinde fosforilasyon ile toplam 4 molekül ATP sentezlenir.
- Glikoliz reaksiyonları sırasında gerçekleşen en önemli olaylardan biri de $NAD^+$ moleküllerinin, oluşan organik moleküllerden hidrojen alarak NADH + $H^+$'ya dönüşmesi yani indirgenmesidir.

**NOT**

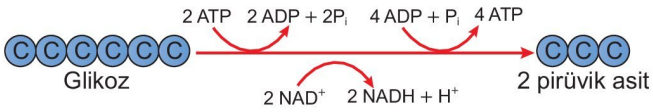
$NAD^+$ (Nikotin amid adenin dinükleotit): Solunumda elektron transferi yapan bir koenzimdir ve yükseltgenmiş bir moleküldür. $NAD^+$, bir çift hidrojenden aldığı iki elektron ve bir proton ile indirgenerek NADH + $H^+$'ya dönüşür

- NADH elektron ve hidrojenleri ökaryot hücrelerde sitoplazmadan mitokondrinin krista kısmına aktarır. Bu elektron ve hidrojenler fosforilasyon ile ATP üretiminde kullanılır.
- Glikoliz 3C'lu piruvat oluşumu ile tamamlanır.
- Sonuç olarak glikolizde;
  - 1 molekül glikozdan; • 2 molekül piruvat,
    • 4 ATP,
    • 2 NADH elde edilir.
    • 2 ATP harcandığından net 2 ATP kazanılır.




**Glikoliz reaksiyonları**

YAYINLARI




**Özetle glikoliz reaksiyonları**

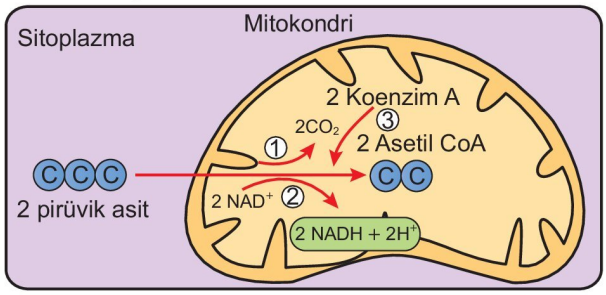
## Piruvatın Oksidasyonu

- Ökaryot hücrelerde glikoliz sonucu oluşan piruvat ve NADH + H$^+$, ortamda oksijen varsa mitokondrinin matriksine geçer. Piruvat mitokondriye aktif taşıma ile geçer.
- Mitokondriye geçen piruvatlar enzimler yardımıyla asetil-CoA (asetil koenzimA) molekülüne dönüştürülür.
- Piruvatın asetil-CoA'ya dönüşümünde sırasıyla şu olaylar gerçekleşir:

**1-** Piruvattan $CO_2$ molekülü ayrılır.

**2-** Piruvattan ayrılan hidrojenlerin elektron ve protonları NAD$^+$ tarafından tutulur.

**3-** Yapıya koenzimA molekülünün katılmasıyla asetil-CoA molekülü oluşur.




**Piruvatın oksidasyonu**

**NOT**

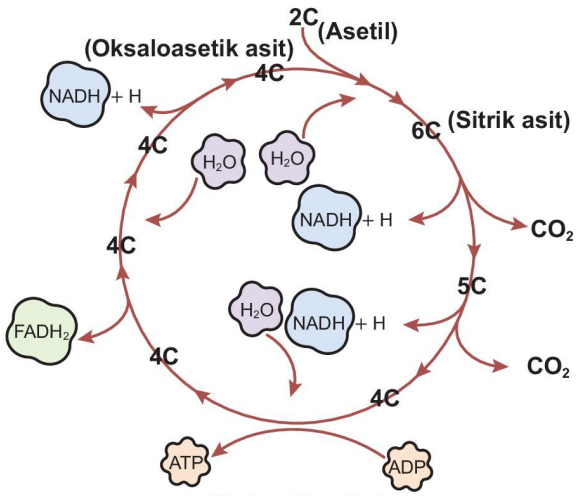
Asetil-CoA oluşumu hücrede yeterli oksijenin bulunduğunun ve hücrenin oksijenli solunum yaptığının göstergesidir.

**Shorts 28**

**Hücresel solunum konusunda anlatılmasına rağmen, fermantasyon neden bir hücresel solunum çeşidi değildir?**

## Krebs döngüsü

- Ökaryot hücrelerde mitokondrinin matriks kısmında gerçekleşir.
- Bir önceki aşamada oluşan asetil-CoA'dan CoA molekülü ayrılır. Oluşan asetil molekülü Krebs döngüsüne katılır.
- Krebs döngüsü 2C'lu asetil molekülünün matrikste hazır bulunan 4C'lu oksaloasetik asit ile tepkimeye girmesi sonucu 6C'lu sitrik asidi oluşturmasıyla başlar.
- Sitrik asit oluşumundan sonra ardışık reaksiyonlar ile 4C'lu oksaloasetik asit yeniden üretilir ve döngü tamamlanır.




**Krebs döngüsü**

- 1 molekül glikozun 2 molekül pirüvata ve 2 molekül asetil - CoA'ya dönüşmesi nedeni ile 2 Krebs döngüsü gerçekleşir ve toplamda;
  - substrat düzeyinde fosforilasyon ile 2 ATP sentezlenir,
  - 4 molekül $CO_2$ oluşur,
  - 6 molekül NAD$^+$ indirgenir ve 6 NADH oluşur,
  - 2 molekül FAD indirgenir ve 2$FADH_2$ oluşur.
- İndirgenen NADH ve $FADH_2$ molekülleri elektronları ve hidrojenleri kristaya aktarır.

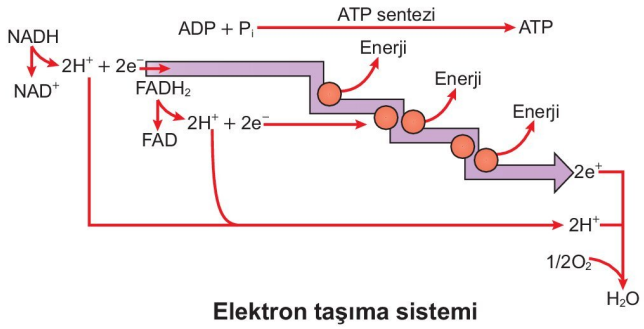
**NOT**

FAD (Flavin adenin dinükleotit) da NAD$^+$ gibi elektron taşıyan bir koenzimdir. Nötr olan bu koenzim 2 elektron ve 2 proton alarak indirgenerek $FADH_2$'ye dönüşür.

## Elektron Taşıma Sistemi (ETS) ve Oksidatif Fosforilasyon

- Koenzimlerin getirdiği elektronların bir molekülden diğerine aktarılarak taşındığı indirgenme ve yükseltgenme reaksiyonlarına **elektron taşıma sistemi** denir.
- ETS, glikoliz ve Krebs reaksiyonlarında indirgenen NADH ve yine Krebs reaksiyonlarında indirgenen $FADH_2$ moleküllerinin elektronlarını verip yükseltgendiği evredir.
- ETS elemanları ökaryotlarda mitokondrinin krista kısmında, prokaryotlarda ise hücre zarı kıvrımlarında bulunur.
- ETS elemanları elektronegatifliğe göre sıralanır.
- ETS'de iletilmekte olan elektronların enerjilerinin bir kısmı ısıya dönüşürken bir kısmı ile dolaylı olarak ATP sentezlenir.
- ETS'de ATP sentezi oksidatif fosforilasyon ile gerçekleşir.
- ETS elemanı olmadığı halde ETS'den gelen son elektronları alan molekül oksijendir.
- Oksijen, enerji seviyesi düşmüş elektronları alarak elektron akışının ve ATP sentezinin devamlılığına yardım eder.
- Elektron almış olan oksijen, elektron kaybetmiş bir çift proton ile birleşerek suyu oluşturur.

3D YAYINLARI




**Elektron taşıma sistemi**

➜ Oksijenli solunumda sentezlenen ATP'lerin çoğu ETS'de oksidatif fosfarilasyon ile üretilir.

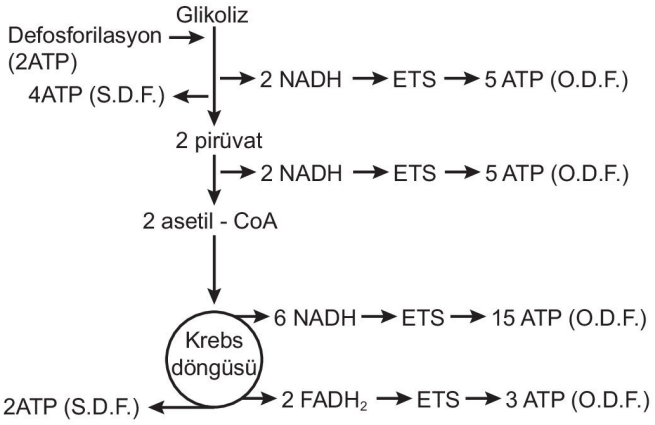
- Oksijenli solunumda tüketilen bir molekül glikozdan substrat düzeyinde fosforilasyon ile net 4ATP (net 2 ATP glikolizden, 2 ATP Krebs döngüsünden kazanılır), oksidatif fosforilasyon ile NADH'dan gelen elektronları ETS'de hangi molekülün aldığına bağlı olarak 26 ya da 28 ATP sentezlenir. Bu nedenle de glikoz başına net 30 veya 32 ATP kazanılır.

**NOT**

Hücrelerde oksijenli solunumda glikoz molekülünden üretilen ATP sayısı farklılık gösterebilir. Bunun nedeni glikolizde oluşan NADH molekülünün farklı dokularda ETS'ye farklı mekanizmalarla katılmasıdır.

**MERAKLISINA**

1 NADH molekülünün ETS'ye aktardığı elektronlar sayesinde ETS'de oksidatif fosforilasyon ile 2,5 ATP; 1 $FADH_2$ molekülünün ETS'ye aktardığı elektronlar sayesinde ETS'de oksidatif fosforilasyon ile 1,5 ATP sentezlenir.




➜ Oksijenli solunumda glikoz, $CO_2$ ve $H_2O$ gibi inorganik maddelere kadar parçalandığından enerji verimi oksijensiz solunuma ve fermantasyona göre daha fazladır.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O + ATP + ısı$$

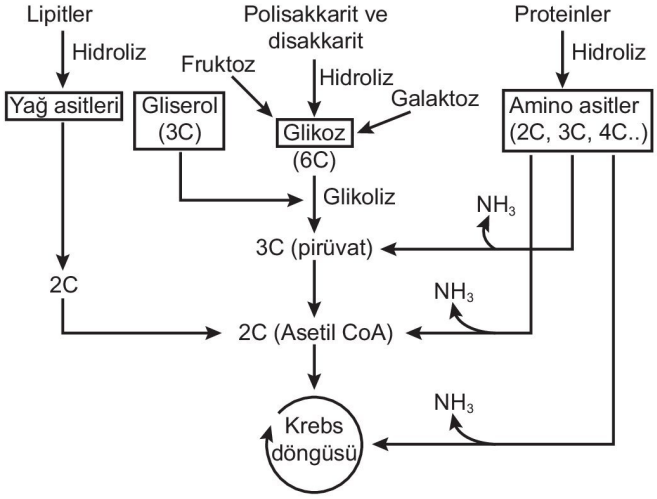
➜ Bir molekül glikozun kullanıldığı oksijenli solunum reaksiyonlarında ETS'de toplam 12 molekül $H_2O$ açığa çıkar. Bu $H_2O$ moleküllerinin 6'sı Krebs döngüsünde harcandığından sadeleşmiş denklem şöyledir.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + ATP + ısı$$

## Besinlerin Oksijenli Solunuma Katılma Yolları

➜ Hücreler oksijenli solunumda glikoz yerine amino asit yağ asidi, gliserol gibi besinleri de kullanabilir. Farklı besinlerin kimyasal içeriği farklı olduğundan oksijenli solunumda yıkımları ile oluşan $CO_2$ ve $H_2O$ miktarı ile sentezlenen ATP miktarı farklılık gösterebilir. Amino asitlerin oksijenli solunumda yıkımı sonucu atık olarak $CO_2$ ve $H_2O$'dan başka $NH_3$ de oluşur. $O_2$'li solunum reaksiyonlarına katılmadan önce amino asitlerin amin grubunun molekülden ayrılmasına **deaminasyon** denir.

➜ Gliserol PGAL'den, yağ asitleri 2C'lu parçalara ayrılarak asetil-CoA'dan, amino asitler karbon sayısına göre asetil CoA'dan, piruvattan ve Krebs döngüsünden solunum tepkimelerine katılabilir.




- Yağ asitlerinin hidrojen oranı yüksek olduğundan ETS'ye daha çok hidrojen ve elektron aktarılır. Bu nedenle ETS'de sentezlenen ATP ve oluşan $H_2O$ molekülü sayısı ile tüketilen oksijen miktarı artar.
- Amino asitler hidrojen bakımından fakir olduğundan genellikle enerji ve su verimi azdır.

➜ Oksijenli solunumda oluşan karbondioksit miktarının tüketilen oksijen miktarına oranına **solunumun katsayısı** denir.

- Oksijenli solunumda substrat olarak glikoz kullanılırsa solunumun katsayısı 1 olur. $\left(\frac{6CO_2}{6O_2}\right)$
- Oksijenli solunumda substrat olarak yağ asitleri kullanılırsa tüketilen $O_2$ miktarı, oluşan $CO_2$ miktarından fazla olacağı için solunumun katsayısı 1'den küçük olur.
- Oksijenli solunumda substrat olarak amino asitler kullanılırsa genellikle solunumun katsayısı 1'den büyük olur.

3D YAYINLARI

**NOT**

Polimer yapılı besinler doğrudan solunuma katılmaz. Hidroliz edilerek yapıtaşlarına dönüştürülür. Bu yapıtaşlar solunum reaksiyonlarında substrat olarak kullanılabilir.

- Nöronlar amino asitleri solunumda eneji eldesi için kullanmadıklarından $NH_3$ oluşturmazlar.
- Yağ asitleri peroksizomlarda beta oksidasyonu ile 2C'lu hale getirildikten sonra asetil CoA'dan solunumuna katılırlar.
- Mitokondri zarları glikoza geçirgen olmadığından glikoz sitoplazmada pirüvata yıkılır.

**MERAKLISINA**

Hücresel solunumun glikoliz ve Krebs döngüsünde biyosentez olayları da gerçekleşir. Glikoliz ve Krebs döngüsünün ara ürünleri kullanılarak bazı organik moleküller sentezlenir. Örneğin insanda 20 çeşit amino asidin 12'si sitrik asit döngüsünün, ara ürünlerinden; glikoz pirüvattan; yağ asitleri asetil CoA'dan sentezlenebilir. Bu olaylarda ATP harcanır.

## Oksijensiz Solunum

- Organik besin moleküllerinin oksijen kullanılmadan yıkılması sırasında ETS yardımıyla ATP sentezlenmesine **oksijensiz solunum** denir.
- Oksijensiz solunum da glikoliz, Krebs döngüsü ve ETS evrelerinden oluşur.
- İşleyişi oksijenli solunuma benzese de ETS elemanları farklıdır.
- Oksijenli solunumda substrat düzeyinde fosforilasyon ve oksidatif fosforilasyon ile ATP sentezi yapılır.
- Oksijensiz solunumda son elektron alıcısı olarak $O_2$ yerine sülfat ($SO_4^{-2}$), nitrat ($NO_3^-$), karbonat ($CO_3^{-2}$), demir ($Fe^{+3}$), kükürt (S) ve karbondioksit ($CO_2$) gibi bir inorganik madde kullanılır.
- Bataklıkta yaşayan bazı bakteriler son elektron alıcısı olarak $SO_4^{-2}$ iyonunu kullanır. Elektronları alıp indirgenen sülfat, $H_2S$ oluşumunu sağlar. $H_2S$ bataklıktan çürük yumurta kokusunun gelmesine neden olur.
- Toprakta ve suda yaşayan ve son elektron alıcısı olarak $NO_3^-$'yi kullanan bakteriler $NO_3^-$'yi birkaç basamakta moleküler azota dönüştürüp atmosfere verir. Topraktaki $NO_3^-$ nin $N_2$'ye dönüştürüldüğü bu olaya **denitrifikasyon** denir.
- Oksijensiz solunumda kullanılan son elektron alıcılarının elektronegatifliği oksijene göre daha düşüktür. Bu nedenle oksijensiz solunumun ATP verimi oksijenli solunuma göre daha azdır.
- Oksijensiz solunum bazı prokaryotlarda gerçekleşir.

**MERAKLISINA**

Parazit bir hayvan türü olan *Henneguya salminicola*'nın mikondriyal genomu olmadığından bu hayvan türü de oksijensiz solunum yapar.

## Fermantasyon

- Glikozun oksijen ve ETS kullanılmadan, sitoplazmada etil alkol ve laktik asit gibi organik moleküllere yıkımına **fermantasyon** denir.
- Bazı maya mantarları, bazı bakteriler, omurgalı hayvanların çizgili kas hücreleri, bazı bitki tohumları, memeli hayvanların olgun alyuvar hücreleri ve kanser hücreleri fermantasyon yapabilir.
- Fermantasyon; glikoliz ve son ürün evresinden oluşur. Glikoliz, oksijenli solunumdaki gibidir ve tüm canlı hücrelerde ortaktır.
  - Glikolizde;
    - glikozun aktivasyonu için 2 ATP harcanır.
    - S.D.F. ile 4 ATP sentezlenir.
    - $2NAD^+$, 2 NADH + $H^+$'ya dönüşerek indirgenir.
    - 2 molekül 3C'lu pirüvik asit oluşur.
  - Glikolizden sonraki reaksiyonlara **mayalanma** da denir.
  - Mayalanma sonucu oluşan son ürünlerin farklılık göstermesinin nedeni glikolizden sonraki enzimlerin farklılığıdır.
- Ekmek, yoğurt, sirke, boza, şalgam suyu, kefir, turşu, peynir, alkol gibi ürünler fermantasyonla oluşur.
- Fermentasyon oluşan son ürün çeşidine göre isimlendirilir. Bulardan en önemlileri etil alkol ve laktik asit femantasyonudur.

## Etil Alkol Fermantasyonu

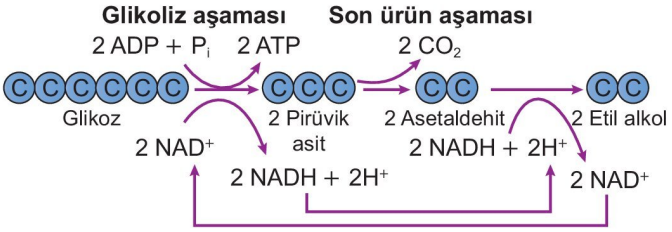
- Glikoliz reaksiyonları sonucu oluşan pirüvatın enzimler denetiminde etil alkole parçalanmasıdır.
- Hamurun mayalanması etil alkol fermantasyonuna örnektir.
- Bazı bakteriler, maya hücreleri ve bazı tohumlarda görülür.
- Glikolizden sonra gerçekleşen son ürün oluşum evresinde sırasıyla;
  - pirüvattan $CO_2$ çıkışı,
  - 2C'lu ara ürün (asetaldehit) oluşumu,
  - NADH molekülünün yükseltgenmesi

  olayları gerçekleşir.
- Etil alkol fermantasyonunda NADH, elektronlarını ve hidrojenleri 2C'lu ara ürüne vererek yükseltgenirken, 2C'lu ara ürün indirgenerek etil alkole dönüşür.

**NOT**

Etil alkol fermantasyonunda son elektron alıcısı asetaldehittir.

3D YAYINLARI




➜ Oluşan etil alkolün belirli bir değerin üzere çıkması fermantasyon yapan maya ve bakteriler için zehir etkisi yaptığından fermantasyonun durmasına neden olabilir.

**NOT**

Mayalanmış hamurun kabarmasının neden mayalanırken oluşan $CO_2$ gazıdır.

**NOT**

Fermantasyonda son ürün oluşum evresinde amaç NADH'ın yükseltgenmesini sağlayarak fermantasyonun devamlılığına yardımcı olmaktır.

## Laktik Asit Fermantasyonu

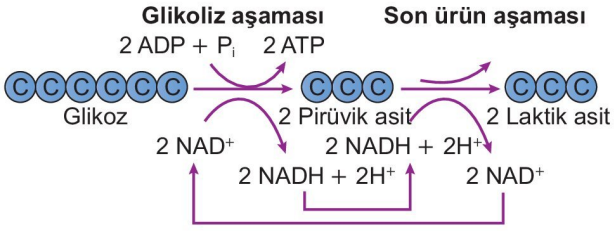
➜ Glikoliz reaksiyonları sonucu oluşan pirüvatın enzimler denetiminde laktik aside parçalanmasıdır.

➜ Bazı bakterilerde (yoğurt bakterileri), omurgalıların çizgili kas hücrelerinde (yeterli oksijen yoksa), memeli hayvanların olgun alyuvarlarında, kalp kasına yeterli oksijen gelmediğinde kalp kasında ve çoğu kanser hücrelerinde görülür.

➜ Glikolizden sonra gerçekleşen son ürün oluşum evresinde, glikolizden indirgenmiş olan NADH molekülleri hidrojen ve elektronlarını pirüvata vererek yükseltgenirken hidrojen ve elektron alan pirüvat indirgenerek lastik asidi oluşturur.

**NOT**

Laktik asit fermantasyonunda son elektron alıcısı pürivik asittir.




**NOT**

Çizgili kas hücreleri oksijen yetersizliğinde, gelen oksijeni kullanarak oksijenli solunuma devam ederken aynı anda enerji açığını kapatmak için sitoplazmada laktik asit fermantasyonu ile de ATP sentezler. Az miktarda laktik asit kaslarda uyarıcı etki yapar. Kaslarda oluşan ve biriken laktik asit bir saat içinde oksidasyon için diğer dokulara ya da glikoz ve depo formu olan glikojene dönüşmek üzere karaciğere gönderilir.

➜ Yoğurt, kefir, boza, peynir gibi gıdaların elde edilmesini sağlayan canlılar laktik asit fermantasyon yapabilir.

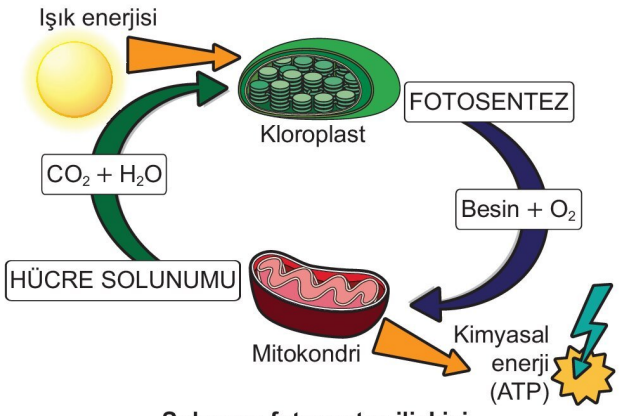
**NOT**

Bira mayası mantarları ve yoğurt bakterileri hem $O_2$'li solunum hem de fermantasyon yapabilir.

## Fotosentez ve Solunum İlişkisi

➜ Fotosentetik canlılar güneş ışığındaki enerjiyi fotosentez ile organik besinin yapısındaki enerjiye dönüştürürler.

➜ Üretici canlılar ve tüketici canlılar organik besinin yapısındaki enerjiyi hücresel solunum ile açığa çıkararak dolaylı yolla güneş enerjisinden faydalanmış olurlar.




**Solunum fotosentez ilişkisi**

**Fotosentez ve Oksijenli Solunumun Karşılaştırılması:**

| | Fotosentez | Oksijenli solunum |
|---|---|---|
| Gerçekleştiği hücresel kısım | Prokaryotta sitoplazma, ökaryotta kloroplast | Prokaryotta sitoplazma - hücre zarı, ökaryotta sitoplazma - mitokondri |
| Kuru ağırlığa etki | Artırır. | Azaltır. |
| Fosforilasyon çeşidi | Fotofosforilasyon | Substrat düzeyinde fosforilasyon ve oksidatif fosforilasyon |
| Reaksiyona girenler | $CO_2$, $H_2S$ veya $H_2O$ | Organik besin ve $O_2$ |
| ETS ve enzim kullanımı | Var | Var |
| Gerçekleştiği zaman dilimi | Işık varlığında (gündüz) | Kesintisiz (gece - gündüz) |

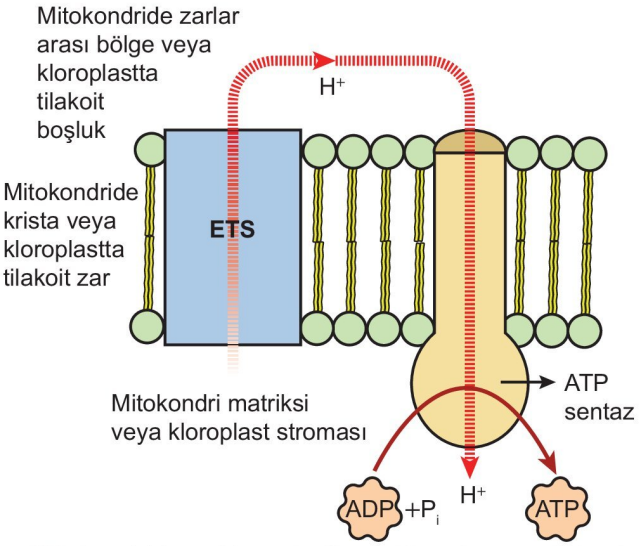
## Kemiosmotik Görüş

➜ Mitokondri ve kloroplastta ETS yardımıyla ATP sentez mekanizmasını ve zarın iki tarafındaki proton yoğunluğu farkına bağlı olarak ortaya çıkan itici güç yardımıyla ATP üretildiğini açıklayan görüştür.

➜ ETS elemanları ve ATP sentaz enzimi mitokondride kristada; kloroplastta ise tilakoit zarda bulunur.

3D YAYINLARI

- Hücresel solumunda $NAD^+$ ve FAD koenzimleri, fotosentezde ise $NADP^+$ koenzimi taşıdığı elektronları ETS'ye aktarır.
  - Elektronlar ETS'de ilerlerken açığa çıkan enerjinin bir kısmı ortama verilirken bir kısmı protonların mitokondride matriksten mitokondri zarları arasındaki boşluğa, kloroplasta ise stromadan tilakoit boşluğa pompalamasında kullanılır.
  - Zarlar arası boşluktaki proton konsantrasyonu matriks ve stromadakine göre daha yüksek olur. Bu proton konsantrasyonu farkı bir potansiyel enerji oluşturur.
  - Protonlar zarlar arası boşluktan matrikse ve stromaya dönme eğilimindedir. Ancak krista ve tilakoit zar protonlara karşı geçirgen değildir.
  - Kristada ve tilakoit zarda bulunan ATP sentaz enzimi protonların matrikse ve stromaya geri akışını sağlayan bir kanal oluşturur.
  - Protonların matrikse ve stromaya akışı ATP sentazı aktifleştirir.
  - Aktifleşen ATP sentaz proton akışından sağlanan enerji ile ATP sentezini gerçekleşir.




**Mitokondride ve kloroplastta elektron taşıma sistemi**

**NOT**

$O_2$'li solunumda son elektron alıcısı olan oksijen elektronlarını kaybetmiş olan bir çift proton ($2H^+$) ile birleşip suyu oluşturken $O_2$'siz solunumda sülfat, nitrat karbonat, demir gibi moleküller son elektron alıcısı olarak görev yapar.

**MERAKLISINA**

$O_2$'li solunum yapan prokaryotlarda ETS elemanları ve ATP sentaz enzimi hücre zarı kıvrımlarında bulunur. Protonlar sitoplazmadan hücre zarı ile hücre duvarı arasındaki boşluğa pompalanır. Hücre zarı ile hücre duvarı arasındaki boşluktan sitoplazmaya proton akışına ATP sentaz aracılık eder ve bu akış sırasında aktive olan ATP sentaz ATP üretimini gerçekleştirir.

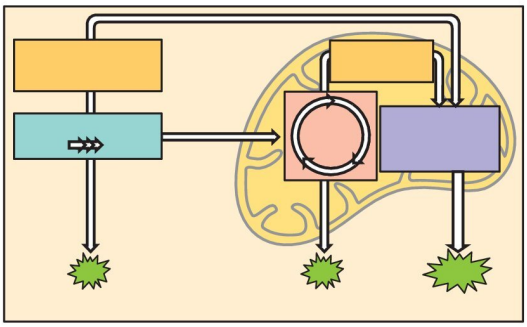
**ETKİNLİK 4**

**Aşağıdaki tabloda verilen olaylardan fotosentez, kemosentez, oksijenli solunum, oksijensiz solunum, laktik asit ve etil alkol fermantasyonunda gerçekleşenlerin karşısındaki kutucuğu " ✔" işareti ile işaretleyerek tabloyu tamamlayınız.**

| | ETS kullanımı | Oksidatif fosforilasyon | Substrat düzeyinde fosforilasyon | $CO_2$ oluşumu |
|---|---|---|---|---|
| Fotosentez | | | | |
| Kemosentez | | | | |
| Oksijenli solunum | | | | |
| Oksijensiz solunum | | | | |
| Etil alkol fermantasyonu | | | | |
| Laktik asit fermantasyon | | | | |

**ETKİNLİK 5**

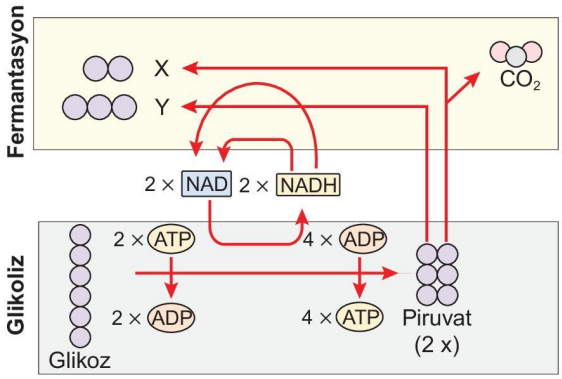
**Aşağıdaki görselde ökaryot bir hücrede glikoz molekülünün substrat olarak kullanıldığı oksijenli solunumun evreleri verilmiştir. Boş bırakılan kısımları doldurarak görseli tamamlayınız.**



3D YAYINLARI

## ETKİNLİK 6

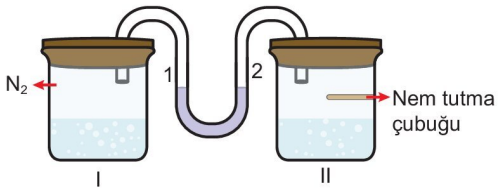
Aşağıdaki şekillerde farklı canlılarda gerçekleşen fermantasyon çeşitleri ile oluşan X ve Y ürünleri gösterilmiştir.



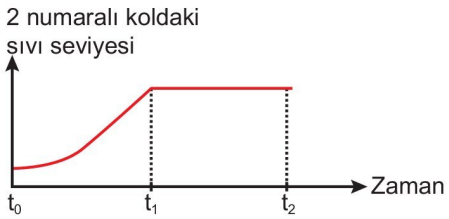

**Görselde verilenler doğrultusunda aşağıdaki ifadelerden doğru ve yanlış olanları belirleyiniz.**

- X etil alkol, Y laktik asittir. ☐
- Her iki fermantasyon çeşidinde de aynı miktarda ATP sentezlenmiştir. ☐
- $NAD^+$ molekülü glikoliz reaksiyonlarında indirgenmiştir. ☐
- Her iki fermantasyon çeşidinde de organik ve inorganik yapılı son ürünler oluşmuştur. ☐
- $CO_2$ çıkışının olduğu fermantasyon çeşidi sitoplazma pH değerinin düşmesine neden olurken diğer fermantasyon çeşidinde sitoplazma pH değerini etkileyen ürün oluşumu gerçekleşmemiştir. ☐
- Her iki fermantasyon çeşidinde de glikoliz reaksiyonlarında substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP sentezi yapılmıştır. ☐
- Bu fermantasyon çeşitlerinde kullanılan tüm enzimler farklı olduğundan son ürünler de farklı olmuştur. ☐

## BECERİ TEMELLİ SORU 3




Yukarıdaki deney gözeneklerinde eşit miktarda ve derişimde glikoz çözeltiler içeren petri kaplarına farklı türden aynı sayıda heterotrof bakteri ekimi yapılarak kaplar optimum koşullarda bekletilmiş ve başlangıçta her iki kolda da eşit seviyede olan U borusundaki sıvının 2 numaralı koldaki değişiminin grafikteki gibi olduğunu gözlemlenmiştir.




**Buna göre,**

I. I. petri kabındaki bakteriler etil alkol fermantasyonu, II. petri kabındaki bakteriler ise oksijenli solunum yapıyor olabilir.

II. Deney başlangıcında I. petri kabına KOH yerleştirilmiş olsaydı U borusundaki sıvının seviyesi değişmeyebilirdi.

III. $t_1$ anından sonra, 2 numaralı kolda sıvı seviyesinin değişmemesinin nedeni her iki petri kabındaki bakterilerin ölmesi olabilir.

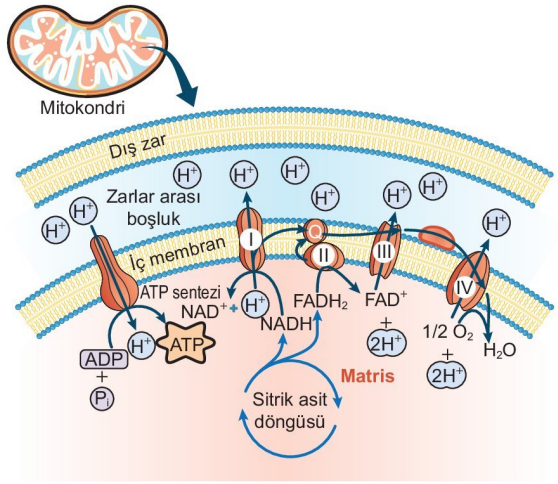
**ifadelerinin hangisi doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

## BECERİ TEMELLİ SORU 4

Aşağıdaki görsel mitokondride ETS yardımıyla ATP sentezlenme mekanizmasını göstermektedir.




**Numaralandırılmış moleküller ETS elemanlarını gösterdiğine göre mitokondride gerçekleşen olaylarla ilgili seçeneklerdeki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) ETS elemanlarının ve ATP sentazın bulunduğu kısım kristadır.

B) ETS elemanlarının tamamı zarlar arası bölgeye proton pompalayabilir.

C) Krebs reaksiyonlarında indirgenen NADH ve $FADH_2$ molekülleri ETS'de yükseltgenir.

D) ATP sentaz, zarlar arası bölgeden matrikse proton akışı sırasında aktifleşerek ATP sentezler.

E) ETS'de son elektron alıcısı olarak kullanılan oksijen molekülü işaretlenirse oluşan suyun yapısında da bu işaretli oksijen moleküllerinin bulunması beklenir.

## BİRE BİR ÖSYM 4

**Fotototrof beslenen ve oksijenli solunum yapan ökaryot bir hücrede ışık varlığında;**

I. mitokondride protonların zarlar arası bölgeden matrikse akışı sırasında,

II. kloroplastta protonların stromadan tilakoit boşluklara pompalanması sırasında,

III. sitoplazmada glikozun pirüvata yıkımı sırasında

**olaylarından hangilerinde ATP sentezi gerçekleşir?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 5

**Hem oksijenli solunum hem de fermantasyon yapabilen ökaryot bir hücrenin sitoplazmasında ve mitokondrilerinde,**

I. substrat düzeyinde fosforilasyon,

II. karbondioksit oluşumu,

III. asetil - CoA oluşumu

IV. FAD'ın indirgenmesi

**olaylarından hangileri ortak olarak gerçekleşebilir?**

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV

D) I, II ve III E) I, III ve IV

## BİRE BİR ÖSYM 6

**Oksijenli solunum yapan bir canlıya karbon atomları işaretli glikoz molekülü verilecek olursa, hücresel solunum sırasında bu işaretli karbona,**

I. sitoplazmada oluşan pirüvik asit,

II. mitokondride oluşan asetil - CoA,

III. Krebs reaksiyonlarında açığa çıkan $CO_2$

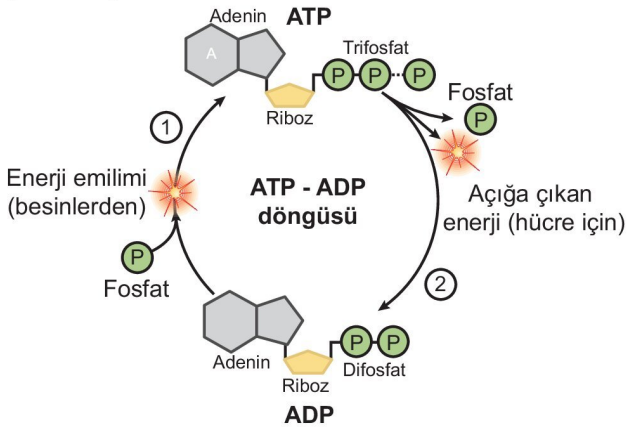
**moleküllerinden hangilerinde rastlanılabilir?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

| BİRE BİR ÖSYM SORULARI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. A | 2. D | 3. D | 4. C | 5. A | 6. E | |
| **BECERİ TEMELLİ SORULAR** | | | | | | |
| 1. E | 2. C | 3. E | 4. B | | | |

**1.** Aşağıdaki görselde ATP - ADP döngüsü numaralandırılarak gösterilmiştir.




**Buna göre,**

I. 1 numaralı olay fosforilasyon, 2 numaralı olay defosforilasyondur.

II. 1 ve 2 numaralı olaylar tüm canlı hücrelerde kesintisiz olarak devam eder.

III. ATP'nin yapımı endergonik, yıkımı ise ekzergoniktir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**2.** **Oksidatif fosforilasyon ile ATP sentezi yapan tek hücreli bir canlı ile ilgili,**

I. Hücre zarı kıvrımlarında ETS enzimleri bulunur.

II. Solunumda son elektron alıcı molekül olarak oksijen kullanır.

III. Suyun fotolizini gerçekleştiremez.

**ifadelerinden hangilerinin doğruluğu kesin <u>değildir</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

**3.** Ototrof beslenen tek hücreli bir canlının organik besin sentezleme sürecinde $H_2S$ tükettiği bilinmektedir.

**Buna göre bu canlıda;**

I. yalnızca ışık varlığında kuru ağırlığında artış olması,

II. $H_2S$ molekülündeki işaretlenmiş hidrojen atomlarına sentezlediği glikozun yapısında rastlanılması,

III. besin sentezi sırasında ortamdaki $CO_2$ miktarının azalmasına neden olması

**verilen olaylardan hangilerinin gerçekleşmesi o canlının fotoototrof olduğuna kanıt gösterilebilir?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**4.** **Kemoototrof bir canlıda;**

I. fotofosforilasyon,

II. substrat düzeyinde fosforilasyon,

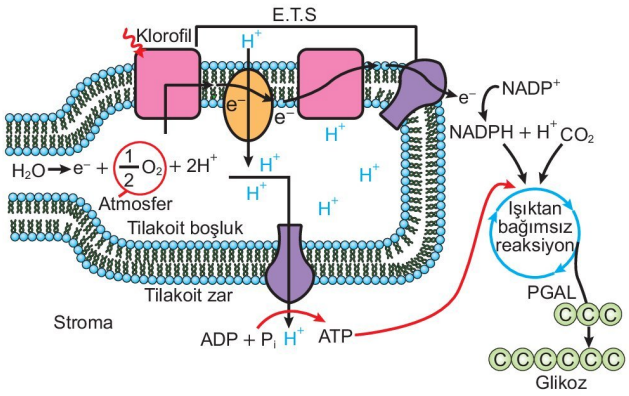
III. oksidatif fosforilasyon

**olaylarından hangileri gerçekleşebilir?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**5.** Aşağıdaki görselde ökaryot bir hücrede gerçekleşen fotosentez olayının evreleri verilmiştir.




**Buna göre seçeneklerdeki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Suyun fotolizi ve atmosferik oksijen oluşumu tilakoit boşlukta gerçekleşir.

B) Tilakoit zardaki ETS elemanlarından bazıları stromadan tilakoit boşluğa proton pompalayabilir.

C) Kloroplastta ATP sentezi yalnız ışık varlığında gerçekleşebilirken $CO_2$ tüketimi ve PGAL sentezi ışık varlığında ve yokluğunda gerçekleşebilir.

D) Tilakoit zarda bulunan ATP sentaz, tilakoit boşluklardan stromaya proton akışını sağlarken aktive olur ve ATP sentezler.

E) Işığa bağımlı reaksiyonlarda indirgenen NADPH ve sentezlenen ATP, ışıktan bağımsız evre reaksiyonlarında PGAL sentezi sırasında kullanılır.

**6.** **Oksijenli solunumun;**

I. glikoliz,

II. pirüvattan asetit - CoA oluşumu,

III. Krebs döngüsü,

IV. ETS

**evrelerinden hangilerinde substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP sentezi yapılabilir?**

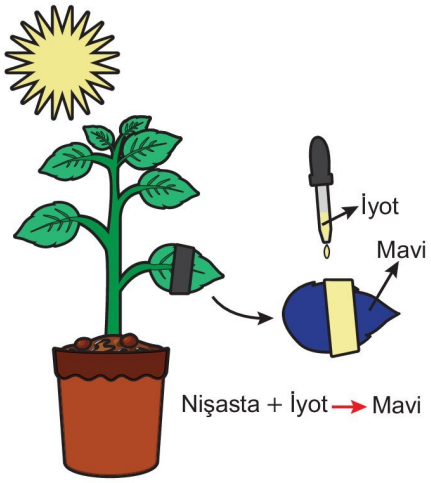
A) I ve II B) I ve III C) II ve IV

D) I, II ve IV E) II, III ve IV

3D YAYINLARI

1.E 2.E 3.B 4.D 5.C 6.B 7.B 8.D 9.E 10.C

**7.** Aşağıdaki deney düzeneğini hazırlayan bir araştırmacı yaprağın ışık alan bölümüne ve ışık alması engellenen bölümüne iyot çözeltisi damlattığında sadece ışık alan bölümünde mavi renk oluştuğunu gözlemlemiştir.




**Buna göre,**

I. Işık alması engellenen yaprak hücreleri, depo besinleri solunum için enerji kaynağı elde etmek için hidroliz etmiştir.

II. Işık varlığında sentezlenen glikozların fazlası yaprakta, nişasta formunda depolanabilir.

III. Kloroplastlı hücreler ışık varlığında yalnız fotosentez, ışık yokluğunda ise yalnız solunum yaparak metabolik enerji üretir.

**yorumlarından hangileri yapılabilir?** (İyot nişastanın ayıracı olup nişasta varlığında mavi renk alır).

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

**8.** **Etil alkol ve laktik asit fermantasyonlarında;**

I. $NAD^+$ molekülünün indirgenmesi ve yükseltgenmesi,

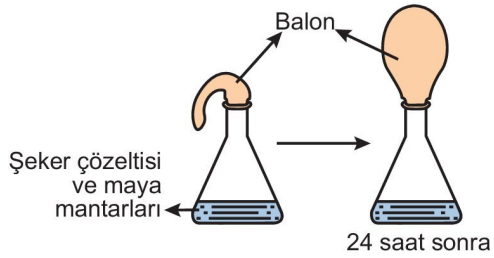
II. asetaldehit oluşumu,

III. ATP sentezi

**olaylarından hangileri ortak olarak gerçekleşir?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

**9.** Aşağıdakı düzenekte içinde glikoz çözeltisi ve ve maya mantarları bulunan havası alınmamış kaba bağlanan balonun hacminde meydana gelen değişim gösterilmiştir.




**Buna göre,**

I. Maya mantarları önce var olan oksijeni kullanarak oksijenli solunum yapmış olsa da tükettikleri oksijen ile oluşturdukları karbondioksit miktar aynı olduğundan balonun hacminin artmasında oksijenli solunumun pek etkisi olmamıştır.

II. Balonun hacminin artmasına neden olan gaz, etil alkol fermantasyonu sonucu oluşan karbondioksittir.

III. Deney başlangıcında düzeneğin içine $Ba(OH)_2$ yerleştirilmiş olsaydı, balonun hacminde artış olmayabilirdi.

**yorumlarından hangileri yapılabilir?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

**10.** **Hem oksijenli solunum hem de fermantasyon yapabilen ökaryot bir hücrenin mitokondri enzimleri tamamen inhibe edilecek olursa bu hücrede,**

I. substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP sentezi,

II. pirüvik asit oluşumu,

III. asetil - CoA oluşumu,

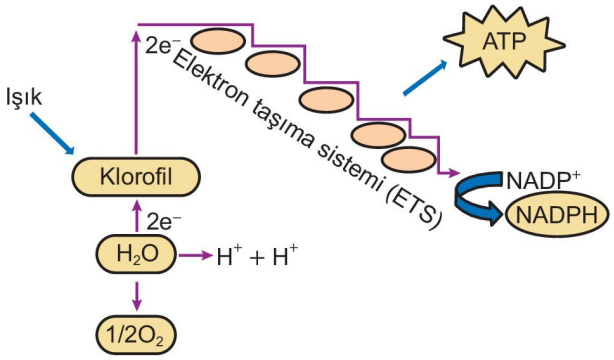
IV. FAD moleküllerinin indirgenmesi

**olaylarından hangilerinin gerçekleşmesi tamamen engellenmiş olur?**

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV
D) I, II ve III E) II, III ve IV

3D YAYINLARI

**1.** Aşağıdaki şekilde ökaryot bir hücredeki fotosentezin ışığa bağımlı reaksiyonlarında gerçekleşen olaylar verilmiştir.




**Buna göre;**

I. klorofilin yükseltgenmesi,

II. NADPH oluşumu,

III. ATP sentezi,

IV. $O_2$ oluşumu,

V. ETS kullanımı

**olaylarından hangileri prokaryot bir canlıdaki fotosentez olayında gerçekleşmeyebilir?**

A) I B) II C) III D) IV D) V

**2.** **Bir molekül glikozun substrat olarak kullanıldığı etil alkol fermantasyonunda;**

I. glikozun aktivasyonu,

II. substrat düzeyinde fosforilasyon ile ATP sentezi,

III. 2C'lu ara ürün oluşumu,

IV. $CO_2$ çıkışı,

V. NADH molekülünün yükseltgenmesi

**olayları hangi sırayla gerçekleşir?**

A) I - II - III - IV - V B) I - II - IV - III - V

C) II - IV - III - I - V D) IV - V - I - III - II

E) I - II - V - III - IV

**3.** **Oksijensiz solunum ile ilgili,**

I. Son elektron alıcı molekül olarak $O_2$ yerine nitrat, sülfat, kükürt gibi elektronegatifliği daha az moleküller kullanıldığından enerji verimi oksijenli solunuma göre daha azdır.

II. ETS kullanıldığından fermantasyona göre daha çok ATP sentezlenir.

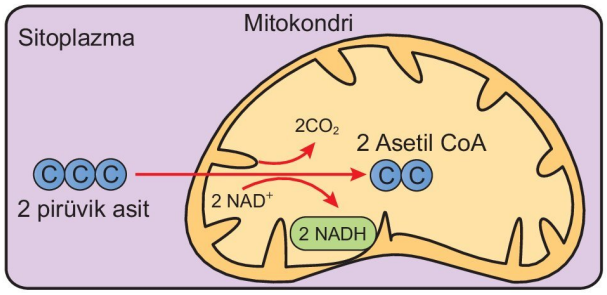
III. Glikoliz reaksiyonları gerçekleştiği halde Krebs reaksiyonları gerçekleşmez.

**ifadelerinden hangileri yanlıştır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

**4.** Aşağıdaki şekilde glikolizde oluşan pirüvik asidin mitokondride asetil - CoA'ya dönüşümü gösterilmiştir.




**Buna göre 2 pirüvik asidin mitokondriye girerek oksijenli solunumda parçalanması yerine oksijenli solunum reaksiyonları doğrudan 2 asetil - CoA ile başlatılacak olursa;**

I. oluşan $CO_2$ miktarı,

II. tüketilen $O_2$ miktarı,

III. oluşan NADH molekülü sayısı

**verilenlerden hangilerinde azalma olması beklenir?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**5.** **Omurgalı bir hayvanın çizgili kas hücresinde aşağıdaki olaylardan hangisinin gerçekleşmesi hücrenin laktik asit fermantasyonu yaptığını kanıtlar?**

A) Sitoplazma pH değerinin azalması

B) Glikozun kararsız hale getirilmesi

C) ETS'de su oluşumu

D) Sitoplazmada indirgenmiş olan NADH molekülünün yine sitoplazmada yükseltgenmesi

E) Krebs döngüsü reaksiyonlarından aktarılan elektronlar ve protonlar yardımıyla kristadaki ATP sentazın faaliyetinin artması

**6.** **Ökaryot bir hücredeki mitokondri zarları;**

I. glikoz,

II. uzun zincirli yağ asidi,

III. pirüvik asit

**moleküllerinden hangilerine karşı geçirgen değildir?**

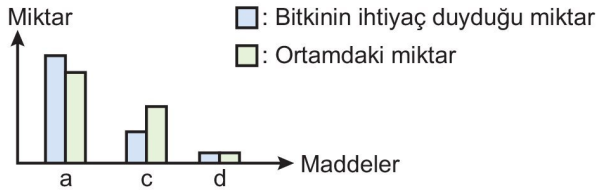
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

3D YAYINLARI

1.D 2.B 3.C 4.E 5.D 6.D 7.A 8.E 9.B 10.E

**7.** Aşağıdaki grafikte bir bitkinin fotosentez sırasında ihtiyaç duyduğu bazı maddelerin miktarları ile bu maddelerin ortamdaki miktarları verilmiştir.




**Diğer tüm koşulların optimum olduğu bilindiğine göre,**

I. Bitkide fotosentez hızının maksimuma ulaşması beklenmez.

II. Fotosentezin hızını belirleyen madde d'dir.

III. Fotosentez sırasında ortamdaki a, c ve d maddeleri aynı oranda tüketilir.

**ifadelerinden hangileri yanlıştır?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) II ve III E) I, II ve III

**8.** **İnorganik maddelerin oksidasyonu sırasında oluşan elektronların ETS'ye aktarımı yardımıyla ATP sentezi yapabilen bir canlı ile ilgili,**

I. Sitoplazmasında klorofil pigmenti bulunmaz.

II. Prokaryot hücre yapısına sahip olabilir.

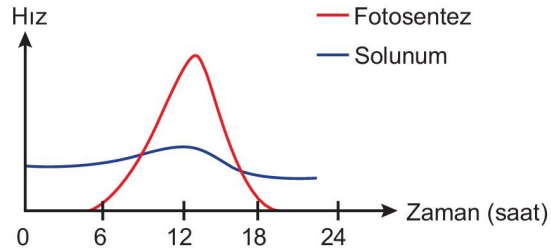
III. Substrat düzeyinde fosforilasyonla ve oksidatif fosforilasyonla ATP sentezler.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

**9.** Tek hücreli ökaryot bir canlıda gerçekleşen fotosentez ve solunum hızının zamana bağlı değişimi aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.




**Buna göre,**

I. Fotosentezin gerçekleştiği tüm zaman dilimlerinde hücre suyun fotolizini gerçekleştirerek oluşan $O_2$'nin bir kısmını atmosfere verir.

II. Öğle saatlerinde hücrenin kuru ağırlığında artış olur.

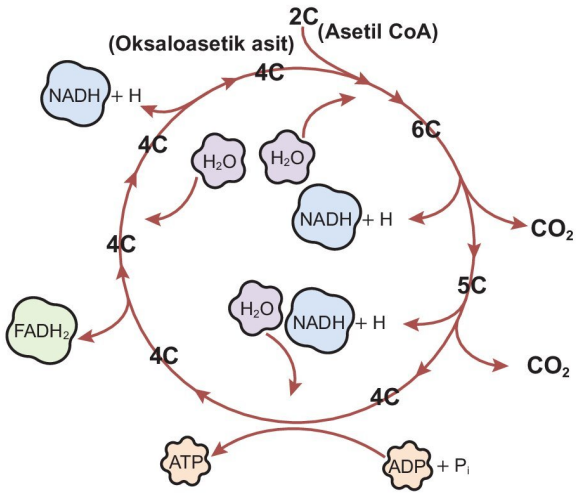
III. Hücre solunumu için gerekli olan oksijenin tamamı günün her saatinde atmosferden karşılanır.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

**10.** Aşağıdaki görselde ökaryot bir hücrede gerçekleşen oksijenli solunumun Krebs döngüsü gösterilmiştir.




**Bu döngü için,**

I. Verilen reaksiyonların tümü mitokondrinin matriks kısmında gerçekleşir.

II. Krebs döngüsünde oksaloasetik asit hem tüketilen hem de üretilen organik yapılı bir moleküldür.

III. ETS'de oluşan su moleküllerinin bir kısmı Krebs döngüsünde harcanır.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

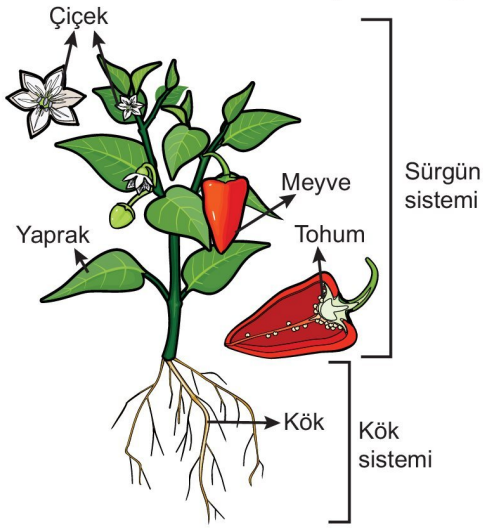
3D YAYINLARI

## BİTKİLERİN YAPISI

- Genellikle karasal ekosistemlerin temel üreticileri bitkilerdir.
- Doğrudan veya dolaylı olarak canlılara besin sağlamak, yeryüzündeki ısının kontrolü, ekosistemdeki $O_2$-$CO_2$ dengesi bazı canlılar için barınak olmak gibi görevleri olan bitkiler temel olarak kök, gövde ve yapraktan oluşur.

### Çiçekli Bitkilerin Kısımları

- Bitkiler kök ve sürgün sistemlerden oluşur.
- Kök sistemi, toprak altı kısımlar olup bitkiyi toprağa bağlar; su ve minerallerin alınmasını sağlar. Besin depolayabilir.
- Sürgün sistemi, toprak üstünde kalan kısımdır. Gövde; yaprak, çiçek ve meyveden oluşur.
- Gövde, yapraklar ve kök arasında madde iletiminde görevlidir.
- Yaprak fotosentez, terleme, damlama gibi olayları gerçekleştirir.
- Çiçek üremeyi sağlar.
- Çiçeğin döllenmesi sonrasında tohum ve meyve oluşur.
- Meyve tohumun korunmasında ve dağılmasında görev yapar.




**Bir bitkinin temel kısımları**

### Bitkisel Dokular

- Belirli bir görevi yapmak üzere bir araya gelmiş, yapısal ve işlevsel olarak benzerlik gösteren, farklılaşmış hücrelerin oluşturduğu yapıya **doku** denir.
- Bitkilerde görevlerine göre dört doku vardır.

**Bitkisel Doku Çeşitleri**

**1- Meristem doku**

Bulunduğu yere göre:
- Uç (apikal) meristem
- Yanal (lateral) meristem

Kökenine göre:
- Primer meristem
- Sekonder meristem

**2- Temel doku**

- Parankima
  - Özümleme parankiması
  - İletim parankiması
  - Havalandırma parankiması
  - Depo parankiması
- Kolenkima
- Sklerenkima

**3- İletim doku**

- Ksilem
- Floem

**4- Örtü doku**

- Epidermis
- Peridermis

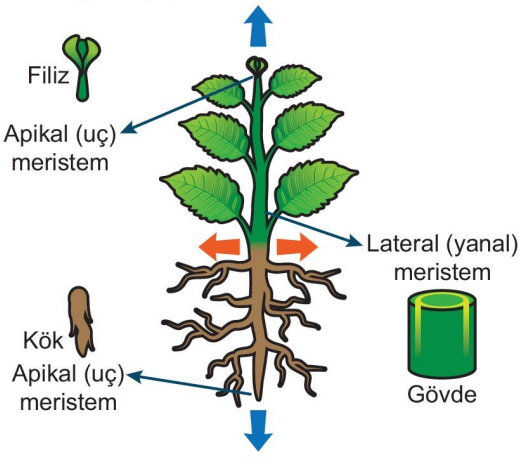
### 1. Meristem Doku

- Bitkide sınırsız büyümeyi sağlar.
- Embriyonik dönemden itibaren bölünme özelliğini koruyan ve büyüme bölgelerinde bulunan dokudur.
- Bölünerek yeni hücreleri oluşturur.
- Oluşturduğu hücrelerin bir kısmı bulunduğu yerde kalıp büyümeyi sağlarken bir kısmı diğer doku hücrelerine dönüşür.
- Bitkideki tüm dokuların kökenini oluşturur.
- Meristem doku hücreleri;
  - küçüktür,
  - bol sitoplazmalıdır,
  - iri çekirdeklidir,
  - az sayıda ve küçük kofullara sahiptir,
  - ince çeperlidir,
  - sık dizilimlidir,
  - sürekli bölünebilme yeteneğindedir.

**NOT**

Meristem doku hücrelerinde klorofil yoktur ve bu hücreler fotosentez yapmaz.

- Bitkilerde büyüme ve gelişmede uç meristem ve yanal meristem görev yapar.




**Uç ve yanal meristem**

- Otsu bitkilerde yalnızca primer büyüme gerçekleşirken odunsu bitkilerde hem primer büyüme hem de enine büyüme ya da kalınlaşma anlamına gelen sekonder (ikincil) büyüme gerçekleşir.

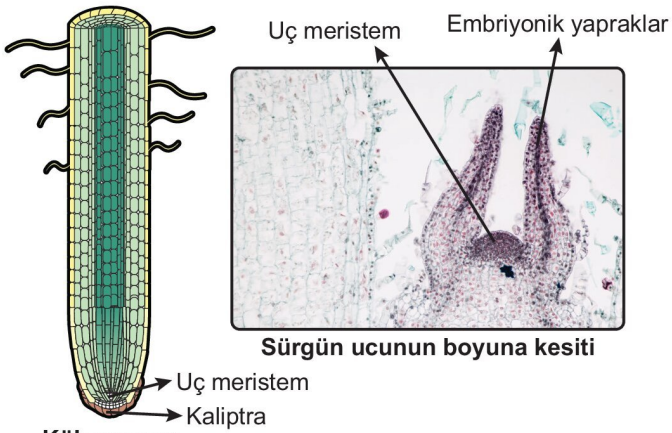
3D YAYINLARI

### Uç (Apikal) Meristem

- Kök, gövde, dal ucu gibi kısımlarda bulunur.
- Primer (birincil) büyümeyi yani uzamayı sağlar.
- Primer büyüme ile kökler toprakta yayılır, sürgünlerin güneş ışığından daha fazla faydalanması sağlanır, fotosentez için yüzey alanı artırılır.
- Primer meristem hücreleri embriyonik dönemden itibaren bölünme özelliğini koruyan meristematik hücreler olup uç meristemleri de üretir.
- Uç meristem canlı kaldığı sürece bölünebilir.
- Uç meristemlerin bulunduğu, büyüme ve uzamanın gerçekleştiği bölgelere **büyüme noktası** denir.
- Büyüme noktasını kökte kaliptra (yüksük), gövdede ise koruyucu yapraklar korur.
- Canlı hücrelerden oluşan kaliptra kökün uzaması sırasında toprağın sert kısımlarının meristeme zarar vermesini önlerken salgıladığı maddeler ile toprağı yumuşatır ve kökün uzamasını kolaylaştırır.

**NOT**

Kaliptra zedelenirse meristem doku tarafından onarılır.



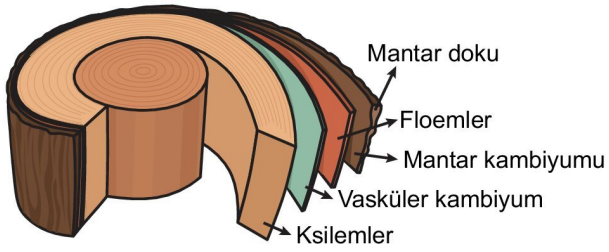

**Sürgün ucunun boyuna kesiti**

**Kök ucunun boyuna kesiti**

- Kökün boyuna kesitinde uçtan yukarı doğru üç farklı primer büyüme bölgesi vardır. Bunlar bölünür hücreler bölgesi, uzama bölgesi ve olgunlaşma bölgesidir.
  - **Bölünür hücreler bölgesi**ni kök uç meristemi ve meristemden oluşan hücreler oluşturur. Yeni kök hücrelerini ve kaliptrayı üretir.
  - **Uzama bölgesi** büyümenin en fazla olduğu kısımdır. Bu kısımdaki hücrelerin uzaması sayesinde kökün toprakta ilerlemesi kolaylaşır.
  - **Olgunlaşma bölgesi**ndeki hücreler farklılaşarak örtü, temel ve iletim doku yapılarının oluşmasını sağlar.

### Yanal (Lateral) Meristem

- Bölünme yeteneğini kaybetmiş hücrelerin hormonların etkisiyle yeniden bölünme özelliği kazanmasıyla sekonder meristem oluşur.
- Sekonder meristem yanal büyüme ya da kalınlaşma olarak da bilinen sekonder büyümeyi sağlar.
- Odunsu bitkilerin kök ve gövdelerinde, boyca uzamanın durduğu kısımlarda enine büyüme gerçekleşir.
- Yapraklarda sekonder büyüme çok seyrek görülür.

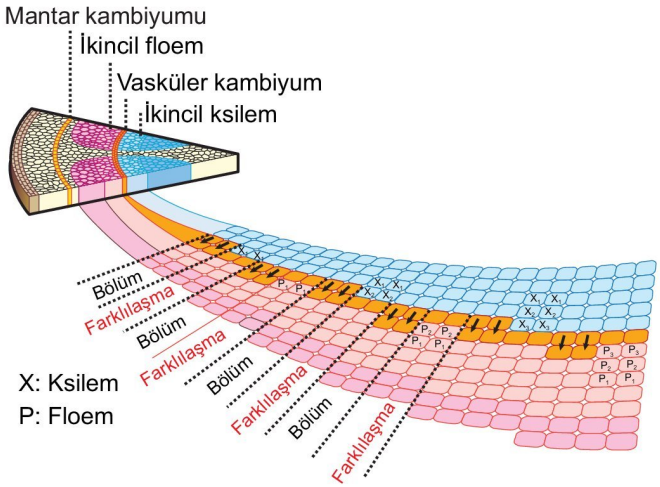



**Odunsu bir bitki gövdesindeki yanal meristemler**

- Yanal meristemin vasküler (demet) kambiyum ve mantar kambiyumu olmak üzere iki çeşidi vardır.

### Vasküler Kambiyum

- Parankima hücrelerinin yeniden bölünme özelliği kazanması ile oluşur.
- Odunsu bitkilerde ve bazı otsu bitkilerde embriyonik gelişim sırasında iletim demetlerinin içinde bulunan vasküler kambiyum birincil floem ile birincil ksilem arasında tek hücre tabakası şeklinde uzanır.
  - Gelişimin ilerleyen sürecinde mitoz bölünmeler ile dışa doğru yeni floemleri (ikincil floem), içe doğru da yeni ksilemleri (ikincil ksilem) oluşturarak bitkinin enine büyümesini sağlar.

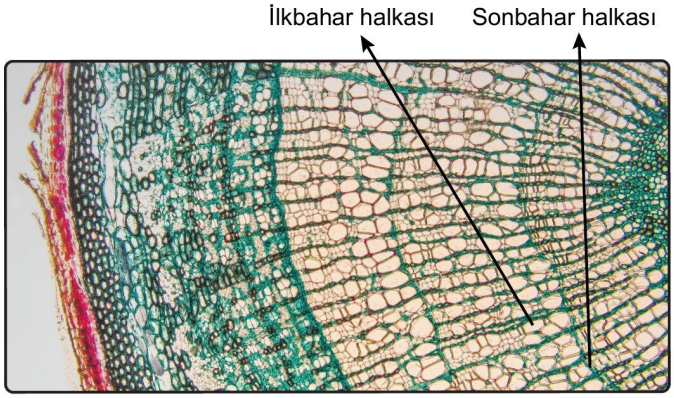



**Gövdede gerçekleşen sekonder büyümenin mekanizması**

- İkincil ksilem tabakalarının üst üste birikmesiyle **odun** adı verilen doku oluşur.
- Ilıman bölgelerde yaşayan ağaçlarda genellikle enine büyüme ilkbaharda başlar ve sonbaharda yavaşlar. Büyümenin gerçekleştiği bu döneme **büyüme mevsimi** denir.

3D YAYINLARI

- Vasküler kambiyum faaliyet ile oluşan ksilemler yaş halkalarını oluşturur. İlkbaharda oluşan ksilem hücreleri iri ve ince çeperlidir. Oluşturduğu halkalar açık renkli ve geniştir. Bunlar **ilkbahar halkası** adını alır. Sonbaharda oluşan ksilem hücreleri ise su ve sıcaklık gibi faktörlerin yetersizliği nedeni ile küçük ve kalın çeperlidir. Oluşturduğu halkalar daha koyu renkli olup bunlara **sonbahar halkası** denir.
- Her yıl oluşan biri açık diğeri koyu renkli olan yaş halkaları bir yaşı ifade eder.



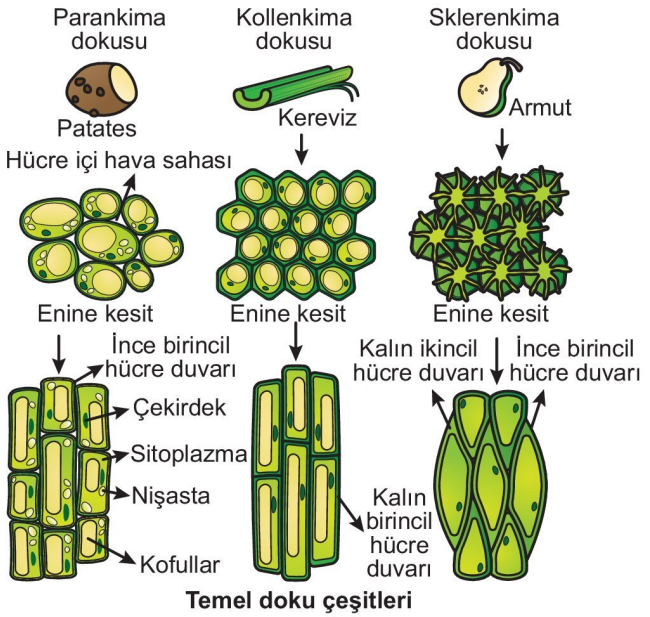

**Gövde enine kesitinde yaş halkaları**

### Mantar Kambiyumu

- İkincil floemin dış kısmında bulunur.
- Mantar hücrelerini üretir.
- Zamanla sertleşir ve ölür. Bu ölü hücreler bitkinin kalınlaşması sırasında mantar dokunun oluşumunda görev yapar.
- Mantar dokunun hücreleri süberin ve lignin birikimi nedeni ile suya geçirimsiz hale gelerek su kaybını önler. Ayrıca bu doku bitkiyi böcek, bakteri ve mantarların saldırılarına karşı korur.

## 2. Temel Doku

- Bitkinin tüm organlarında bulunan, örtü doku ile iletim doku arasında kalan kısımları dolduran dokudur. Üç temel çeşidi vardır:




**Temel doku çeşitleri**

### Parankima

- Meristematik hücrelerin farklılaşması ile oluşur.
- Yaralanma durumunda bölünerek yeni hücreler oluşturur ve yaralanma bölgesini onarır.
- Hücreleri canlı, ince çeperli, bol sitoplazmalı ve küçük kofulludur.
- Hücrelerinin çoğu belirli koşullar altında bölünerek diğer hücre tiplerine dönüşebilir. Meristemden en az farklılaşmış doku çeşitidir.

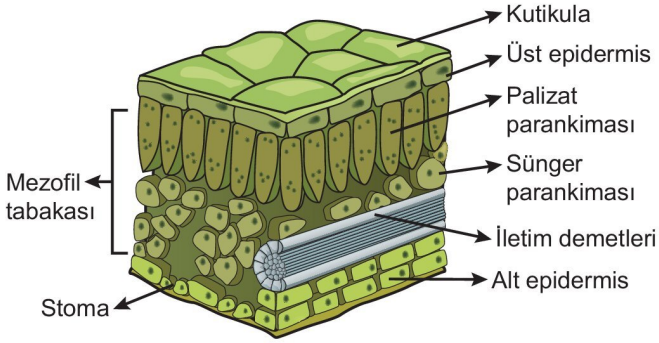
**NOT**

Odun borusu ve bitkinin öz bölgesindeki bazı parankima hücreleri ve ağaç kabuğundaki parankima hücreleri zamanla canlılıklarını kaybederler.

- İşlevine göre parankima dokunun dört çeşidi vardır:

**Özümleme (Asimilasyon) parankiması:** Yaprağın alt ve üst epidermisi arasında kalan, mezofil tabakası adı verilen tabakada ve genç gövdede bulunur.

- Üst epidermisin hemen altındaki bol kloroplastlı düzenli dizilmiş, silindirik hücrelerden oluşan tabakaya **palizat parankiması**; bu tabakanın hemen altında daha az kloroplastlı, aralarında boşluklar oluşturacak düzensiz dizilim gösteren hücrelerden oluşan tabakaya ise **sünger parankiması** denir. Palizat ve sünger parankiması fotosentez ile besin ve $O_2$ üretir.




**Yaprak enine kesiti**

**Depo parankimasi:** Kök, gövde, tohum, meyve gibi kısımlarda bulunabilir. Farklı besin molekülleri ve su depo edebilirler.

- Patateste nişasta, zeytinde yağ, kaktüste su depo eder.

**İletim parankiması:** İletim demetlerinin etrafındaki parankima hücreleri olup iletim demeti ile diğer dokular arasında su ve besin alışverişine yardımcı olur.

- Fotosentez yapmaz.

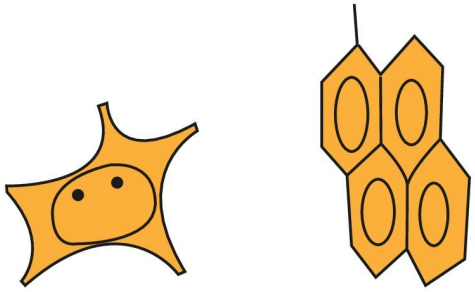
**Havalandırma parankiması:** Bataklık ve su bitkilerinin çoğunda bulunur.

- Hücreleri arasında geniş boşluklar vardır.
- Kök ve gövdede bulunur.
- Hava depolar ve bitkinin gaz alışverişine yardım eder.

3D YAYINLARI

### Kollenkima (Pek doku)

- Bitkinin büyümekte olan kısımlarına (yaprak sapı, çiçek sapı, sürgünlerin genç kısımları gibi) mekanik destek sağlar.
- İşlevsel olgunluktaki hücreleri canlıdır.
- Hücre çeperlerinde selüloza ek olarak düzensiz pektin birikimi görülür.

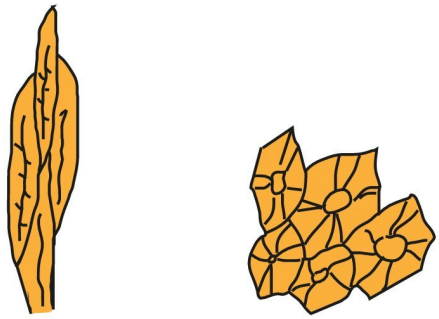


Köşe kollenkiması — Levha kollenkiması

- Pektin birikimi hücre çeperinin köşelerinde yoğunsa **köşe kollenkiması**; hücre çeperinin bir veya iki yüzeyinde yoğunsa **levha kollenkiması** adını alır.
- Kollenkima esnek ve bükülebilir özelliği sayesinde bitkiyi kırılmaya karşı korur.

### Sklerenkima (Sert doku)

- Uzamanın durduğu bitki kısımlarına mekanik destek sağlar.
- Yaprak, tohum, meyve, meyve kabuğu, gövde gibi kısımlarda bulunabilir.
- İlk oluştuklarında canlı olan hücreleri selüloza ek olarak lignin birikimi sonucu odunlaşır ve ölür.
- Uzamaz, esnemez ve bükülmez.
- Bulunduğu dokuya sertlik verir ve dokuyu güçlendirir.

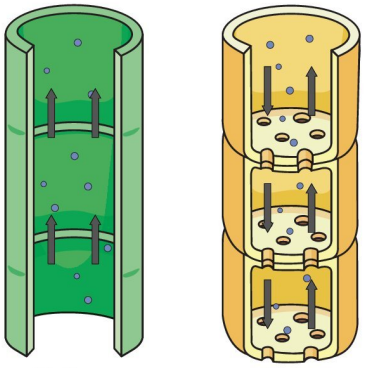


Sklerankima lifleri — Taş hücreleri

- Köşeli ve yıldız şeklindeki hücrelerine **taş hücreleri**; uzun lifsi hücrelerine **sklerenkima lifleri** denir. Badem, ceviz gibi tohumların kabuğunda, elma, armut, ayva gibi meyvelerde, şeftali,erik gibi meyvelerin tohum kabuğunda taş hücreleri; keten, kenevir, sarımsak, soğan gibi bitkilerde sklerenkima lifleri yoğundur.

### 3. İletim Doku

- Bitkilerde topraktan alınan su ve suda çözünmüş mineralleri kökten yaprak, çiçek gibi organlara; fotosentez sonucu üretilen organik besinler ise yaprak ve gövdeden diğer organlara taşıyan dokudur.
- İletim doku ksilem (odun boruları) ve floem (soymuk boruları) olmak üzere iki kısımdan oluşur.



Ksilem — Floem

**NOT**

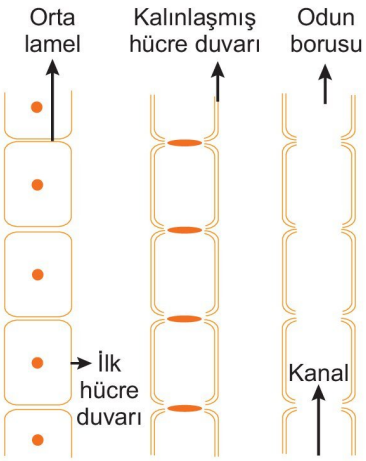
İletim doku taşımanın yanı sıra bitkiye desteklik sağlama ve bazı hormonları hedef organlara iletme görevlerine de sahiptir.

### Ksilem

- Ksilem;
  - ksilem parankiması,
  - ksilem sklerenkiması (sklerekima lifleri),
  - trake,
  - trakeit

  adı verilen yapılardan oluşur.
- Topraktan alınan su ve mineralleri gövde ve yapraklara iletir.
- Ksilemde madde iletimi aşağıdan yukarıya doğru tek yönlü olarak gerçekleşir.
- Trake ve trakeitler bitkide uzamanın durduğu kısımlarda oluşur.
- Ksilemi oluşturan trake ve trakeitler başlangıçta canlı olup üst üste dizilmiş meristematik hücrelerdir. Ancak zamanla çekirdek ve sitoplazmalarını kaybederek canlılıklarını yitirirler. Bu hücrelerin boyuna çeperleri lignin birikimine bağlı olarak kalınlaşır. Enine çeperleri tamamen erir ve içi boş boru şeklini alır. Boru şeklini alan hücreler bir araya gelip odun demetlerini oluşturur.

3D YAYINLARI



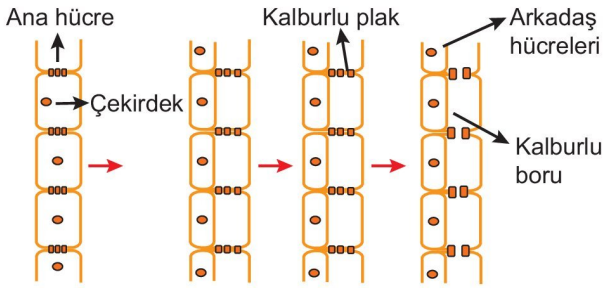

**Ksilemin oluşumu**

- Trakertler; ince, uzun, uçları sivri ve kapalı hücrelerdir.
- Trakeler trakeitlere göre daha kısa, geniş, ince çeperli ve uçları az sivri hücreler olup uçları deliklidir.
- Trake ve trakeitlerin çeperlerinde çok sayıda geçit vardır.
- Su ve mineraller trakelerde aşağıdan yukarı doğru ve yanal taşınabilirken trakeitlerde yanal geçiş yaparak taşınır.
- Trakeler üst üste gelerek damarları oluşturur.
- Trake ve trakeitler ölü yapılar olduğundan su ve mineral iletimi sırasında enerji harcanmaz.

## Floem

- Floem;
  - floem parankiması,
  - floem sklerenkiması,
  - kalburlu borular,
  - arkadaş hücreleri

  adı verilen yapılardan oluşur.
- Kökte sentezlenen azotlu organik maddeleri ve gerektiğinde depo formdaki büyük organik maddelerin hidrolizi ile oluşan monomerleri yapraklar ile diğer organlara; yapraklarda sentezlenen fotosentez ürünlerini ise köklere taşır.
- Floem parankiması besin depolar.
- Floem sklerenkiması bitkiye desteklik sağlar.
- Floemin asıl besin iletimi görevini kalburlu borular ve arkadaş hücreler yapar.
- Üst üste dizilmiş olan kalburlu hücrelerin komşu çeperleri kısmen eriyerek delikli bir yapıya dönüşür. Bu yapılara **kalbur plağı** denir.
- Kalburlu hücreler üst üste dizilerek kalburlu boruları oluşturur.



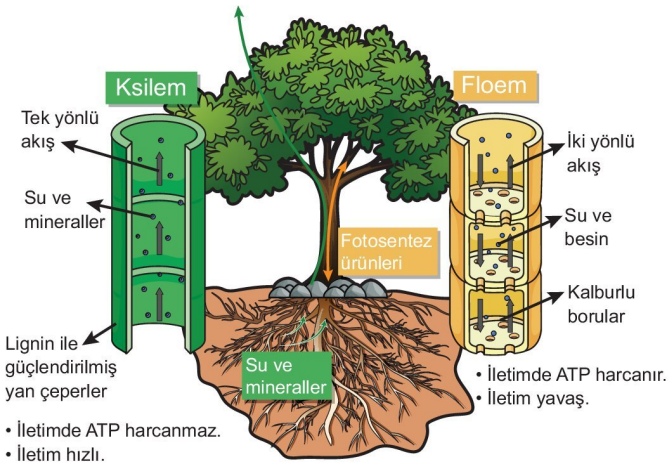

**Floemin oluşumu**

- Kalburlu boru hücrelerin çeperlerinde lignin birikimi yoktur.

**NOT**

Kalburlu borular canlıdır ancak çekirdek, ribozom, merkezî koful ve hücre iskeleti elemanları yoktur.

- Kalburlu boruların yanında onlara destek olan **arkadaş hücreleri** bulunur.
- Arkadaş hücreleri iletime katılmaz. **Plazmodezm** adı verilen kanallarla kalburlu borulara bağlanır. Bu kanallar organik madde taşınmasında önemli rol oynar. Çekirdek ve ribozomları hem kendileri için hem de komşu kalburlu boru elemanları için iş görür.
- Arkadaş hücreleri kalburlu hücreler ile diğer hücreler arasında madde geçişine aracılık eder.
- Arkadaş hücreleri özelleşmiş parankima hücreleridir.
- Kalburlu borularda madde iletimi çift yönlü olup ksilemdeki su ve mineral iletimine göre daha yavaş gerçekleşir.
- Kalburlu borularda besin taşınması sırasında enerji harcanır.




**Bitkilerde iletim doku sistemi**

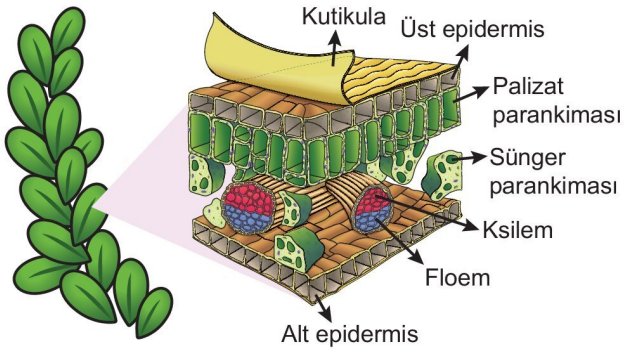
## 4. Örtü Doku

- Bitkinin tüm dış yüzeyini örten ve bitkiyi koruyan dokudur.
- Mikrop girişini önlemek, su kaybını azaltmak, böcek, mantar, bakteri gibi organizmaların ve toksinlerin bitkinin vücuduna girmesini engellemek, hava hareketlerinin bitkiye zarar vermesini önlemek gibi görevleri de yerine getirir.
- Epidermis ve periderm (mantarlarmış koruyucu doku) olmak üzere temel iki çeşidi vardır.

3D YAYINLARI

### Epidermis

- Tek sıra halinde dizilmiş, aralarında boşluklar bulundurmayan canlı ve renksiz hücrelerden oluşur. Hücreleri az sitoplazmalıdır.
- Otsu bitkilerin ve genç odunsu bitkilerin dış yüzeyini örter.




**Yaprağın enine kesitinde alt ve üst epidermis tabakası**

- Genç gövde ve yaprağı saran epidermis hücrelerinin dış ortama bakan çeperlerinden salgılanan mumsu maddeye **kütin**, kütin birikimi ile oluşan tabakaya **kutikula tabakası** denir.
- Kutikula suya çok az geçirgen olduğundan bitkide su kaybını önler. Bu nedenle kurak ortam bitkilerinde kalın, nemli ortam bitkilerinde incedir.
- Kutikula ayrıca bitkiyi mekanik etkilere, güneşin zararlı ışınlarına, aşırı ısınmaya ve parazit saldırılarına karşı korur.

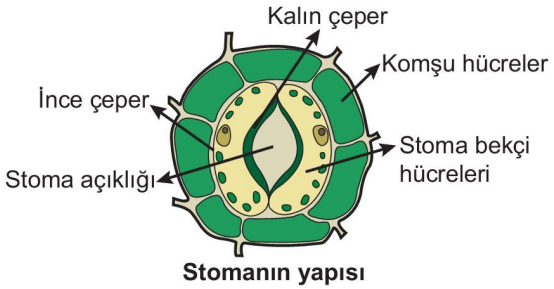
**NOT**

Kökte kütikula bulunmaz.

- Epidermis hücrelerinin farklılaşması ile stoma, tüy, hidatot ve emergens (diken) gibi yapılar oluşur.

### Stoma (Gözenek)

- Yapraklarda ve genç gövdelerde epidermis hücrelerinin bazılarının farklılaşması ile oluşur.
- Canlı ve kloroplastlı hücrelerdir.
- Stoma; **stoma açıklığı** ve etrafındaki **bekçi hücreler**den oluşur.
- Bekçi hücrelerinin çevresindeki epidemis hücrelerine **komşu hücreler** denir.




**Stomanın yapısı**

- Stomaların görevi, bitkinin gaz alışverişini ve terlemeyi sağlamaktır. Stomalar terleme ile oluşan su buharını dışarı atar. Fotesentez sonucu oluşan $O_2$'nin bir kısmını atmosfere verir, fotosentez sırasında atmosferden $CO_2$ alır. Ayrıca bitkinin atmosferden $O_2$ alıp $CO_2$ vermesinde de görev yapar.
- Stomalar açılıp kapanabilir.
- Stomaların açılıp kapanması turgor basıncı değişimlerine göre gerçekleşir.
- Stoma bekçi hücrelerinin birbirlerine bakan çeperleri kalın, dış çeperleri ise incedir. Bu durum turgor basıncının ince olan dış çeperlere doğru daha etkili olmasını sağlar.
- Stomalar genellikle yaprakların üst yüzeyinde az, alt yüzeyinde çoktur.
- Kurak ortam bitkilerinde stoma sayısı azdır ve genellikle stomalar yaprağın alt yüzeyinde ve epidermise gömülü konumdadır.
- Nemli ortam bitkilerinde stoma sayısı çoktur ve genellikle stomalar yaprağın her iki yüzeyinde de bulunur.
- Nilüfer gibi yaprağın alt yüzeyi su ile temas eden bitkilerde stomalar sadece yaprağın üst yüzeyinde bulunur.

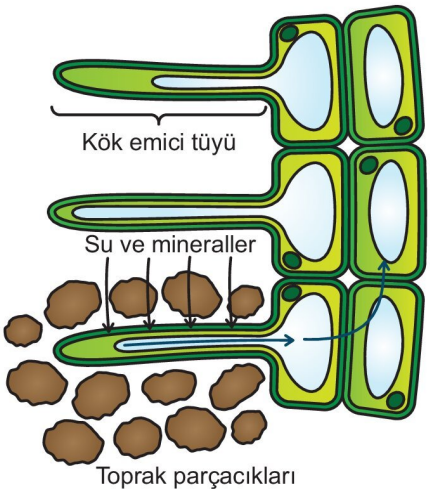
**NOT**

Bitkilerin suya gömülü kısmınlarında ve kökte stoma yoktur.

### Tüyler

- Epidermis hücrelerinden dışarıya doğru uzanan çıkıntılardır.
- Kloroplastları yoktur.
- Bir ya da birden çok hücreden oluşabilirler.
- Savunma, tırmanma, salgı, örtü ve emme gibi görevleri vardır.
  - Isırgan otunun savunma tüylerinden salgılanan yakıcı maddeler hayanlara karşı bitkinin korunmasını sağlar.
  - Tırmanma tüyleri sarmaşıkta olduğu gibi tutunmayı sağlar.
  - Nane gibi bitkilerde ve genellikle çiçeklerde salgı tüyleri bulunur. Çiçeklerdeki salgı tüylerinin salgıları tozlaşmaya yardım eder.
- Yapraklardaki örtü tüyleri stomaların doğrudan rüzgar almasını önleyerek stomaların aşırı su kaybetmesine engel olur. Ayrıca su buharını da tutarak kuru ve rüzgârlı havalarda terleme ile su kaybını azaltır.
  - Örtü tüyleri ışığı yansıtarak yaprağın aşırı ısınmasını önler.
  - Örtü tüylerinin bitkiyi böcek saldırılarına karşı da koruduğu düşünülmektedir.
- Kökteki emici tüyler kökün yüzey alanını artırarak topraktan su ve mineral emilimini sağlar.

3D YAYINLARI




**Kökteki emici tüyler**

### Hidatot (Su Savağı)

- Yaprak uçlarında ve kenarlarında bulunan açıklıklar olup ksilem ile bağlantılı yapılardır.
- Hava neminin fazla olduğu durumlarda terleme ile atılan suyun yetersizliği nedeni ile fazla su hidatotlardan sıvı olarak atılır.
- Suyun hidatotlardan sıvı olarak atılmasına **damlama (gutasyon)** denir.

**Bitki yaprağında damlama**

- Terleme ve damlamada fazla su atılması ve ısı düzenlemesi ortak olduğu halde mineral atılımı sadece damlamada gerçekleşir.
- Hidatotlar canlıdır ancak kloroplastları yoktur.
- Hidatotlar açılıp kapanma özelliğine sahip değildir.

**NOT**

Bitkinin topraktan aldığı su terleme ile atılan sudan fazla ise suyun fazlası damlama ile hidatotlardan atılır.

### Emergens (Diken)

- Savunma ve korunmada görev alırlar.
- Tüylere göre çok daha derin ve kompleks yapılardır.
- Genellikle epidermis, parankima ve iletim dokudan oluşurlar. Ancak güldeki emergensler epidermis ve parankima içerdiği halde iletim demeti içermez.

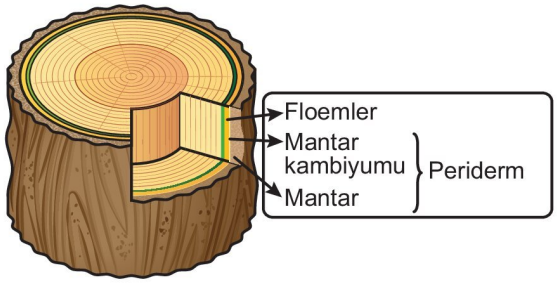
**Gül bitkisinde emergensler**

### Periderm

- Çok yıllık bitkilerin kök ve gövdelerini örten epidermis enine büyüme nedeni ile parçalanarak yerini periderme bırakır.
- Periderm mantar kambiyumu tarafından üretilir.
- Mantar kambiyumunun oluşturduğu mantar hücrelerinin çeperlerinde zamanla suya karşı geçirgen olmayan süberin birikir ve mantar hücreleri ölür.
- Periderm bitkiyi su kaybına, mekanik etkilere, sıcağa, soğuğa ve patojenlere karşı korur.

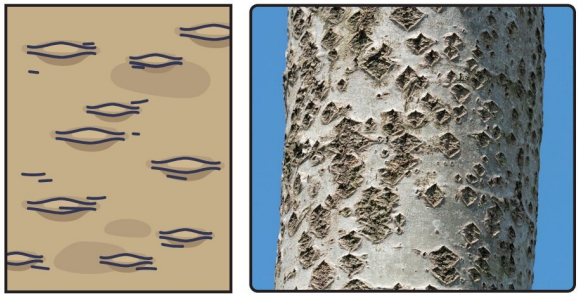
**NOT**

Peridermin yapısında mantar kambiyumu, mantar doku ve parankima hücreleri bulunur.




**Bitki gövdesindeki peridermis**

- Peridermde gaz alışverişini sağlayan yapılara **lentisel (kovucuk)** denir.
- Lentiseller çok az terleme de yapabilir.
- Lentiseller yarık ve kabartı şeklindeki yapılar olup açılıp kapanma mekanizması yoktur.
- Lentiseller canlı değildir.



**Bitki gövdesindeki lentiseller**

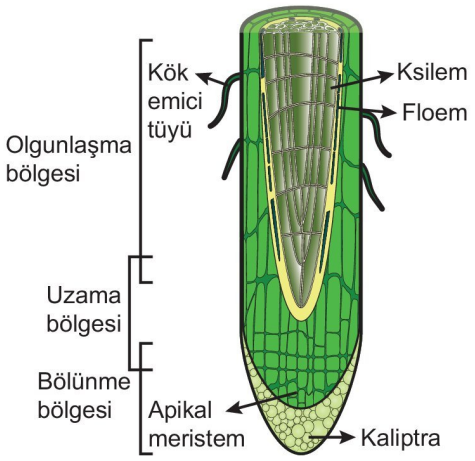
3D YAYINLARI

## Bitkisel Organlar

- Bitkiler kök, gövde ve yaprak olmak üzere üç temel organdan oluşur.

## Kök

- Bitkiyi toprağa bağlayan ve topraktan su ve mineral alınımı sağlayan organdır.
- Kök besin depolama ve bazı hormonları (sitokinin, oksin gibi) sentezleme yeteneğine de sahiptir.




**Kökün boyuna kesiti**

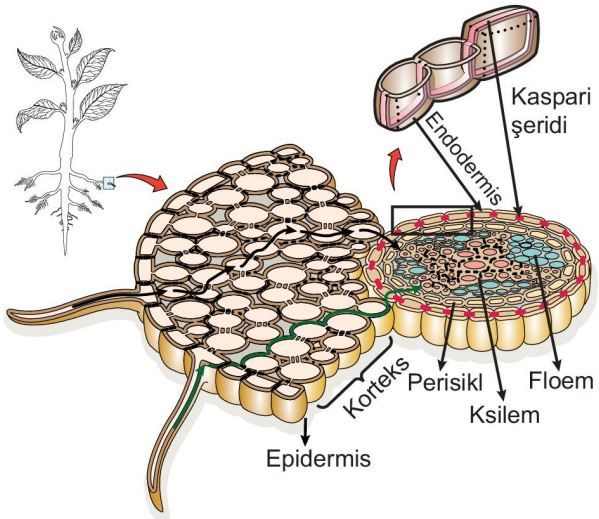
- Kök ucunun boyuna kesitinde, kaliptranın üst tarafında üç bölge bulunur. Bunlar bölünme, uzama ve olgunlaşma bölgesidir.
  - Bölünme bölgesindeki uç meristem hücreleri sürekli bölünerek kökün uzamasını sağlar.
  - Uzama bölgesindeki hücreler uzayarak tabakalar oluşturur. Bu tabakalardan diğer dokular gelişir.
  - Olgunlaşma bölgesinde, topraktan su ve mineral alımını sağlayan emici tüyler vardır. Emici tüylerin bir diğer görevi de alınan sudaki mineral içeriğini kontrol ederek zararlı olanların hücreye girmesini önlemektir.

**NOT**

Emici tüy hücrelerinin hücre çeperlerinde selülozdan başka pektin de bulunur. Pektin, emici tüylerin yapışkan olmasını sağlayarak su emilimini rahatlatır.

- Tek çenekli (monokotil) ve çift çenekli (dikotil) bitkilerin kökünde dıştan içe doğru;
  - epidermis tabakası,
  - korteks tabakası,
  - endodermis tabakası,
  - perisikl,
  - merkezî silindir

  kısımları bulunur.




**Kök enine kesitinde bulunan yapılar**

- Epidermis, kökün dış yüzeyini örter.
- Korteks tabakası parankimatik hücrelerden oluşur.
- Endodermis tabakası, korteksin iç tabakası olup sık dizilimli hücrelerden oluşur.
  - Endodermis, iletim dokuyu içeren merkezi silindir ile korteks arasında madde girişini kontrol eder.
  - Endodermis tabakasındaki hücrelerin çeperleri suya geçirimsiz olan süberin ile kaplıdır. Süberinle kaplı kısımlara **kaspari şeridi** denir.
  - Kaspari şeridi sayesinde su ve mineraller endodermis tabakasından seçilerek geçer.
  - Süberin ile kaplı olmayan kısımlardan geçen su merkezî silindire ulaşır.
- Merkezi silindir kökte iletim demetleri olan floemin ve ksilemin bulunduğu kısımdır.
- Perisikl, merkezi silindirin en dış tabakası olup ince çeperli ve canlı parankima hücrelerinden oluşur. Perisikl hücreleri meristematik karakterde olup bu hücreler bölünerek yan kökleri oluşturur.

**NOT**

Perisikl, lateral meristemin oluşmasında ve topraktan alınan minerallerin odun borularına taşınmasında görev yapar.

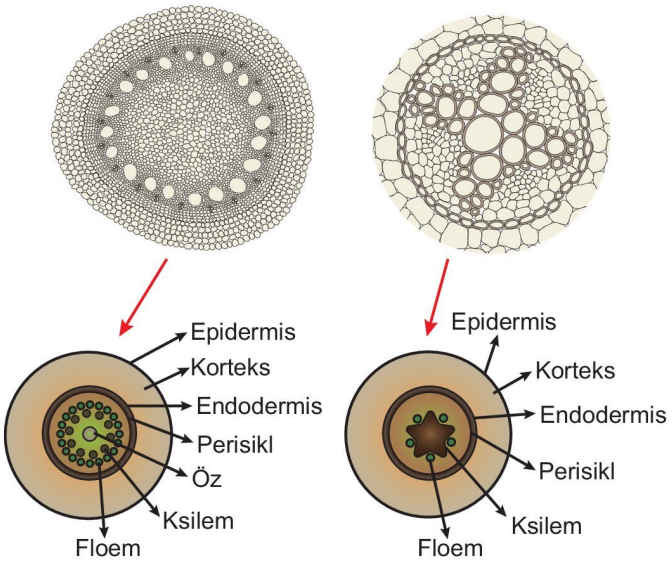
- İletim dokunun merkezi silindirdeki dizilimi tek ve çift çenekli bitkilerde farklılık gösterir.
- Tek çenekli bitkilerde kökteki merkezi silindirin en iç kısımda farklılaşmamış parankima hücrelerden oluşan **öz bölgesi** vardır. Öz, iletim dokuyu halka şeklinde sarar. Ksilem ve floem özde aralıklı olarak dizilmiştir. Tek çenekli bitkilerde enine büyümeyi sağlayan vasküler kambiyum bulunmadığından iletim demetleri düzensiz olup **kapalı iletim demeti** adını alır.

3D YAYINLARI

- Çift çenekli ve açık tohumlu bitkilerin merkezi silindirinde iletim demetleri arasında vasküler kambiyum vardır. Ksilem kökün merkezinde yıldız şeklinde, floem ise ksilemin yıldız şeklindeki kollarının arasında bulunur. Ksilem ile floem arasında vasküler kambiyum bulunduğundan bu yapıya **açık iletim demeti** adı verilir.

**NOT**

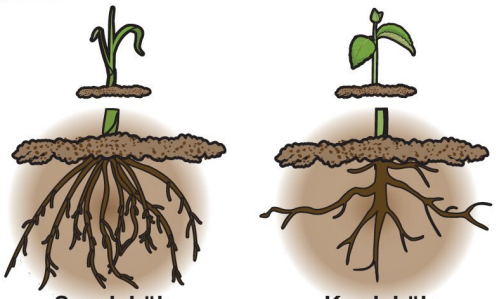
Çift çenekli ve açık tohumlu bitkilerin merkezi silindirinde öz bölgesi yoktur.




**Tek çenekli otsu bitkinin kök enine kesiti**

**Çift çenekli otsu bitkinin kök enine kesiti**

## Kök Çeşitleri



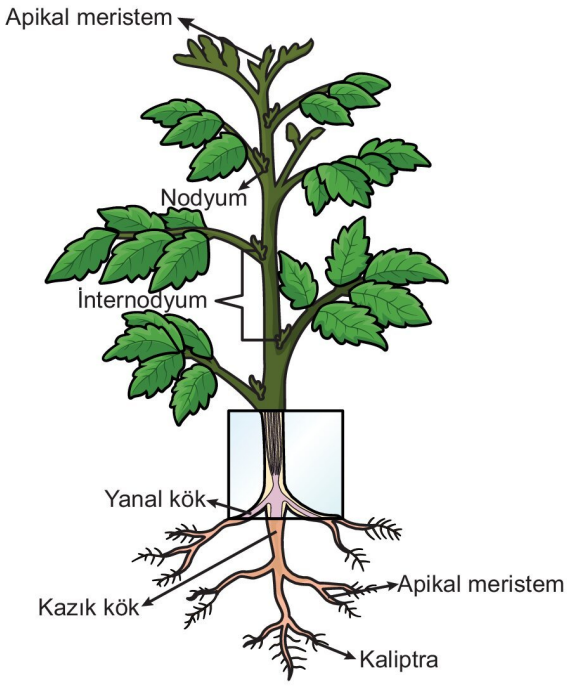
**Saçak kök** **Kazık kök**

**Kazık kök:** Ana kök iyi gelişmiş olup toprağın derinliklerine kadar uzanır. Perisikldan oluşan yan kökler ana köke göre daha ince ve kısadır. Çift çenekli bitkiler (bamya, fasülye, bakla, nohut gibi) ve açık tohumlu bitkiler (çam, köknar, ladin gibi) kazık köklüdür.

**Saçak kök:** Ana kök ile yan kökler yaklaşık olarak aynı kalınlıkta ve uzunluktadır. Tek çenekli bitkiler (buğday, arpa, pırasa gibi) saçak köklüdür.

## Gövde

- Kök ile yaprak arasında kalan sürgün sistemine **gövde** denir.
- Gövde; yaprak, çiçek, dal gibi kısımları taşır, köklerden alınan su ve mineralleri bitkinin en uç kısımlardaki yapraklara iletir, yapraklarda fotosentez ile üretilen besinleri bitkinin diğer organlarına taşır.
- Genç bitkilerde gövde fotosentez yaparak besin üretir.
- Bazı bitkilerde gövde depolama, eşeysiz üreme, tırmanma, tutunma gibi görevleri de yapabilir.
- Gövdenin boyca büyümesinde ve yeni dokuları oluşturmasında tepe tomurcuğundaki uç meristem görev yapar.
- Gövdede yaprakların bağladığı ve yan dalların çıktığı bölgelere **nodyum** (düğüm), iki nodyum arasında kalan bölgeye ise **internodyum** (düğümler arası bölge) denir.




**Gövdenin yapısı**

- Gövde ekseni üzerinde yan dalların oluşumunu sağlayan bölgelere **yanal tomurcuk** denir.
- Yanal tomurcuklar, nodyumların üzerinde oluşan tomurcuklar olup yanal sürgünleri oluştururlar. Yanal tomurcuklardaki meristematik hücrelerin bölünmesiyle gövdede yaprak taşıyan yanal sürgünler yani dallar oluşur.
- Sonbahar başlarken genellikle nodyumlardaki yapraklar dökülür ve yaprak izleri oluşur.
- Tepe tomurcuğu bir yıl büyüdükten sonra koruyucu pullarla kaplanır. Bu pulların izleri halka şeklindeki **tomurcuk izlerini** oluşturur.
- İki tomurcuk izi arasındaki boyca uzama bölgesi, bir yıllık uzama bölgesidir.
- Mevsim koşullarına bağlı olarak gövdedeki tepe tomurcuğunun aktifleşip hormon salgılayarak yanal tomurcukların sürmesini engellemesine **apikal dormansi** denir. Apikal dormansi bitkinin tüm enerjiyi boyuna uzamak için kullanmasını sağlar.

3D YAYINLARI

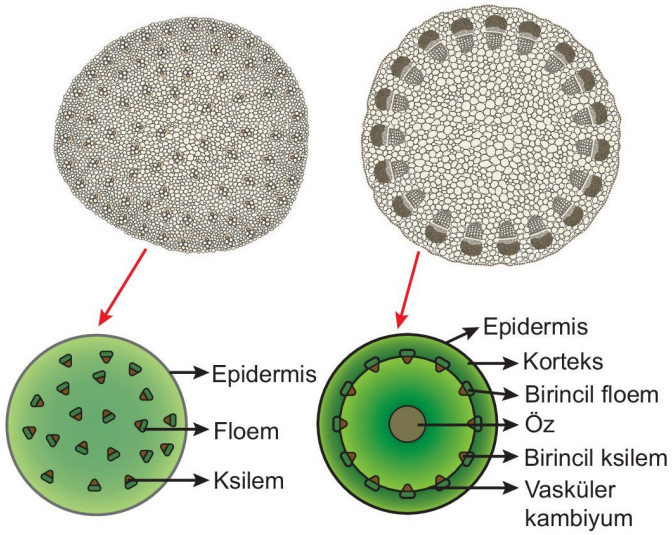
**MERAKLISINA**

Apikal dormanside tepe tomurcukları yan tomurcukların, kök ucu da yan köklerin büyümesini baskılar. Bu baskılayıcı etki sürgün ucundan aşağıya doğru azalır. Oksin hormonu yanal tomurcuklarda sitokinin üretimini engelleyerek gelişmelerini baskılar.

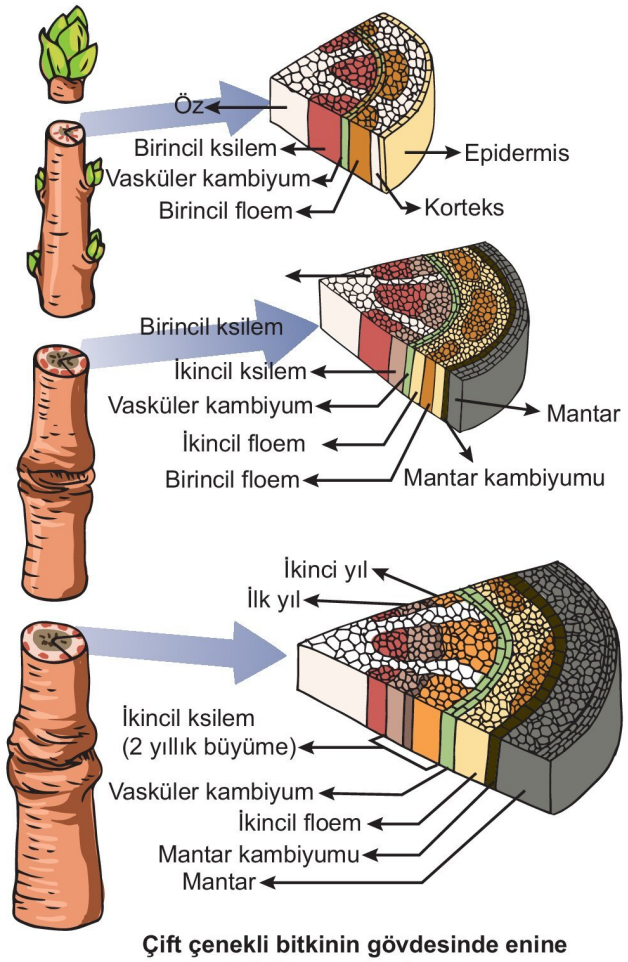
**MERAKLISINA**

Yaralanma ya da budama durumunda apikal dormansi kırıldığından yanal tomurcuklar uyanır ve yeni sürgünler oluşur.

- Genellikle otsu ve odunsu olmak üzere iki çeşit gövde vardır.
- Tek çenekli bitkiler ve bazı çift çenekli bitkiler otsu gövdeli olup bu tip gövdede odun ve kabuk kısımları yoktur.
- Çift çenekli bitkilerin çoğu ve açık tohumlu bitkiler odunsu gövdeli olup bu tip gövdede vasküler kambiyum enine büyümeyi sağlar.
- Tek çenekli bitkilerin gövde enine kesitinde en dışta epidermis, epidermisin altında ise parankima dokusu bulunur. Bu bitkilerde vasküler kambiyum yoktur. Ksilem ve floem parankimada düzensiz dizilim gösterir. Ksilem ve floem epidermisin altından başlar, çevreye doğru küçük ve sık, merkeze doğru iri ve seyrek yapılar şeklinde dağılır. Ksilem merkeze doğru, floem çevreye doğru konumlanır. Ayrıca tek çenekli bitki gövde enine kesitinde korteks ve öz yoktur.
- Çift çenekli otsu bitkilerin gövde enine kesitinde en dışta epidermis, epidermisten sonra korteks (parankima, kollenkima, sklerenkima) ve içte merkezî silindir vardır. Merkezî silindirde iletim demetleri bulunur. Ksilem ile floem arasında vasküler kambiyum olduğundan iletim demetleri vasküler kambiyumun etrafında halka şeklinde düzenli dizilim gösterir. En iç kısımda ise parankimatik hücrelerden oluşan öz bölgesi vardır.




**Tek çenekli otsu bitkinin gövde enine kesiti** — **Çift çenekli otsu bitkinin gövde enine kesiti**



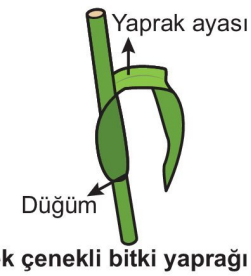

**Çift çenekli bitkinin gövdesinde enine büyüme mekanizması**

- Çift çenekli odunsu bitkilerin gövdelerinin en dış kısmında peridermis vardır.
- Çift çenekli yaşlı odunsu bir bitkinin gövdesinde dıştan içe doğru; peridermis, mantar kambiyumu, korteks, floem, kambiyum, ksilem ve öz bölgesi bulunur.

### Yaprak

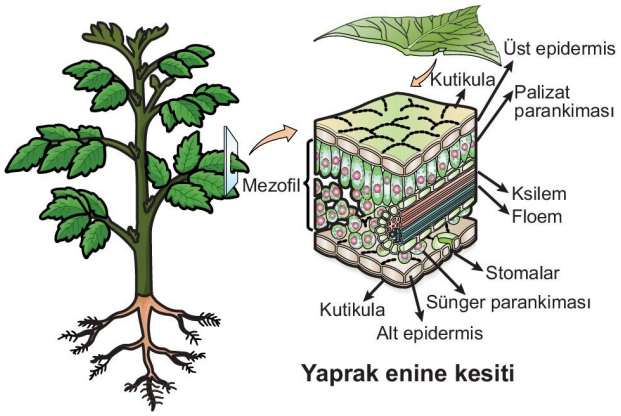
- Bitkide, fotosentez, terleme, damlama ve gaz alışverişini gerçekleştiren organdır.
- Gövdedeki ve dallardaki yanal tomurcuklardan gelişir.
- Yaprak; yaprak sapı ve yaprak ayası olmak üzere iki kısımdan oluşur.
- **Yaprak sapı** yaprağı nodyuma bağlar. Tek çenekli bitkilerde genellikle yaprak sapı yoktur. Yapraklar bu bitkilerde doğrudan gövdeden çıkar.

**Çift çenekli bitki yaprağı**




**Tek çenekli bitki yaprağı**

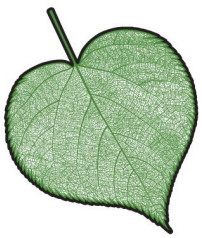
- **Yaprak ayası** yaprağın ince, yassı, geniş bölümüdür. Kurak ortam bitkilerinde yaprak ayası terleme ile su kaybını azaltmak için küçük, nemli ortam bitkilerinde ise terlemeyi artırmak için büyüktür.
- Bazı bitkilerde yaprak hücrelerindeki kofullarda biriktirilen atıklar yaprak dökümü ile uzaklaştırıldığından yapraklar bu şekilde boşaltımda da görev yapabilir.
- Tek çenekli bitkilerin yaprak ayasında paralel damarlanma, çift çenekli bitkilerin yaprak ayasında ise ağsı damarlanma görülür.
- Yaprak ayasının enine kesitinde, yaprağı alt ve üst yüzeyden örten epidermis bulunur. Üst ve alt epidermis hücreleri canlı ve renksizdir. Üst epidermisten geçen ışık hemen üst epidermisin altındaki özümleme parankiması hücrelerine ulaşır.
- Kurak ortam bitkilerinde epidermis hücrelerinin ürettiği kütikula tabakası su kaybını engeller. Kutikula fotosentezi engelenmez ancak kalınlığı arttıkça fotosentez hızı azalır.
- Yaprağın alt ve üst epidermisi arasında kalan mezofil tabakasında bulunan boşluklardaki hava ve su buharı bitkide gaz alışverişi ve terleme verimini artırır.
- Bitkilerin yaprak ayasında sayısı ve konumu değişiklik gösteren ve gaz alışverişini gerçekleştiren stomalar da bulunur.




**Yaprak enine kesiti**

- Yaprak ayası tek bir parça şeklinde ise **basit yaprak**, iki veya daha fazla küçük yaprakçıktan oluşuyorsa **bileşik yaprak** adını alır.

**Bileşik yaprak**



**Basit yaprak**

**NOT**

Bitkiler günlük hayatta besin eldesi dışında mobilya, kağıt, kıyafet, inşaat gibi alanlarda da kullanılmaktadır. Bazı bitkiler hastalıkların önlemesinde ve tedavi edilmesinde kullanılan ilaçların hammaddesi olup bu bitkilere **tıbbi bitkiler** denir.

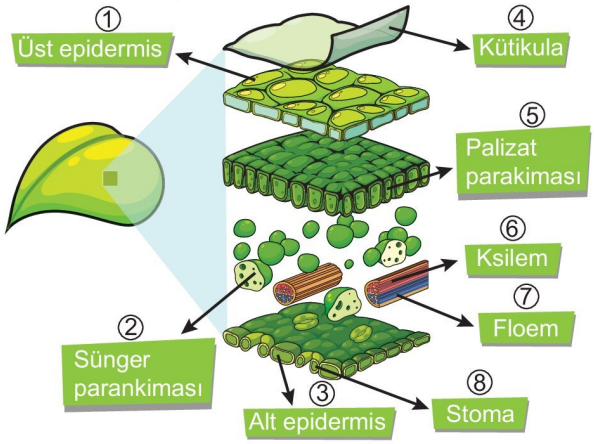
**ETKİNLİK 1**

**Aşağıda bitkisel dokular ve özellikleri ile ilgili olarak verilen ifadelerden doğru olanların karşısındaki kutucuğu "✔", yanlış olanların karşısındaki kutucuğu "✘" işareti ile doldurunuz.**

| | |
|---|---|
| Tüm bitkilerde uzamayı apikal meristem, kalınlaşmayı ise lateral meristem sağlar. | ☐ |
| Vasküler kambiyum sadece odunsu bitkilerde iletimden sorumlu yapıların oluşmasında görev yapar ve otsu bitkilerin hiç birinde bulunmaz. | ☐ |
| Parankima bitkinin tüm organlarında bulunan ve dokuların arasını dolduran dokudur. | ☐ |
| İletim dokuyu oluşturan ksilem su ve minerallerin tek yönlü iletimini sağlarken floemde organik besinler farklı zamanlarda çift yönlü olarak taşınabilir. | ☐ |
| Epidermis hücrelerinin farklılaşması ile oluşan kütikula tabakası canlı fakat renksiz olduğundan fotosentez yapamaz. | ☐ |
| Mantar dokuda gaz alışverişini sağlayan yapılar lentisellerdir. | ☐ |

**ETKİNLİK 2**

Aşağıdaki görselde bir bitki yaprağının enine kesitinde bulunan yapılar gösterilmiştir.



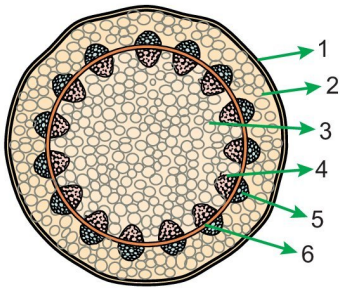

**Buna göre, verilen metabolik olayları gerçekleştirebilen hücreleri ifade eden numaraları karşısına yazınız.**

| | |
|---|---|
| Işık varlığında $CO_2$ özümlemesi yapar. | |
| Su ve minerallerin iletimini gerçekleştirir. | |
| Mumsu bir yapıda olup su kaybını engeller. | |
| Gece gündüz $O_2$ tüketip $CO_2$ oluşturur. | |
| Açılıp kapanma özelliğine sahip olup terleme ve gaz alışverişi yapar. | |
| Yapraklarda sentezlenen organik besinlerin bitkinin diğer organlarına iletimini sağlar. | |

3D YAYINLARI

## ETKİNLİK 3

Aşağıdaki görselde çift çenekli bir bitkinin gövde enine kesitinde bulunan kısımlar numaralandırılarak verilmiştir.

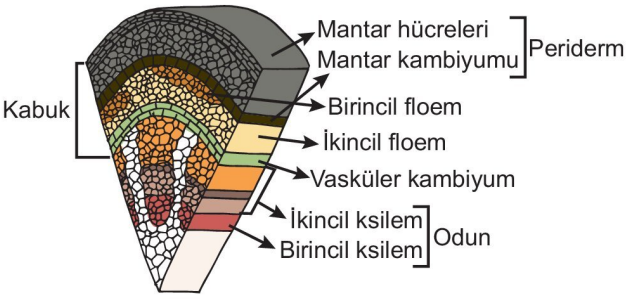



**Buna göre, görseldeki kısımları ifade eden numaraları karşılarına yazınız.**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Epidermis | | Ksilem | |
| Korteks | | Floem | |
| Öz | | Vasküler kambiyum | |

## BECERİ TEMELLİ SORU 1

Aşağıdaki görselde çok yıllık bir bitkinin gövde enine kesitinde bulunan yapılar verilmiştir.




**Buna göre, verilen yapıların özellikleri ve işlevleri ile ilgili seçeneklerdeki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Periderm tabakası canlı ve ölü hücreler içerir.

B) İkincil floem ve ikincil ksilem vasküler kambiyum faaliyeti ile oluşur.

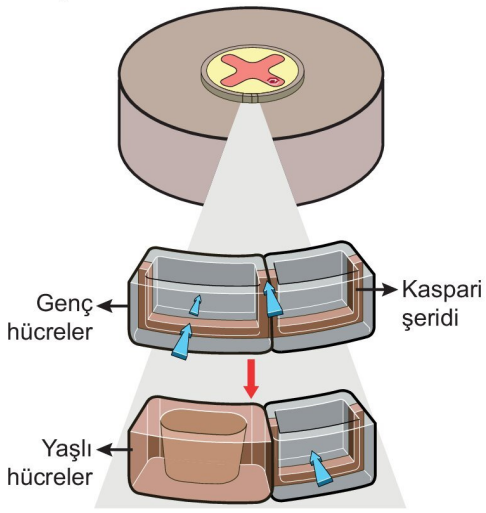
C) Birincil floem ve birincil ksilem hücrelerinin metabolizma hızı ikincil floem ve ikincil ksilem hücrelerinin metabolizma hızına göre daha fazladır.

D) Kabuk ikincil ve birincil floemler ile peridermisi içerir.

E) Yaş halkaları odun kısmında bulunur.

## BECERİ TEMELLİ SORU 2

Aşağıdaki şekilde bir bitkinin kök enine kesitinde bulunan endodermis tabakasına ait genç hücreler ve bu hücrelerde yaşlanmaya bağlı olarak meydana gelen bazı değişimler gösterilmiştir.




**Görseldeki mavi oklar su geçişini ifade ettiğine göre,**

I. Kök enine kesitinde öz bölgesi bulunmadığından bu bitki çift çenekli olabilir.

II. Kaspari şeridinin bulunduğu yüzeylerden su geçişi gerçekleşmez.

III. Endodermisteki bazı hücreler yaşlanmaya bağlı olarak su iletme yeteneğini kaybedebilir.

**verilenlerden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 1

**Çok yıllık bitkilerdeki primer ve sekonder büyüme ile ilgili,**

I. Primer büyüme bitkinin uzamasını, sekonder büyüme ise bitkinin kalınlaşmasını sağlar.

II. Hem primer hem de sekonder büyüme çok yıllık bir bitkinin tüm organlarında eş zamanlı olarak gerçekleşir.

III. Primer büyüme apikal meristem faaliyeti ile sekonder büyüme ise lateral meristem faaliyeti ile gerçekleşir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

3D YAYINLARI

**BİRE BİR ÖSYM 2**

**Bitkilerde fotosentez sonucu oluşan organik besinlerin ve kökte sentezlenen azotlu organik moleküllerin bitkinin organlarına dağıtılmasını sağlayan iletim doku çeşidi ile ilgili,**

I. İşlevsel olgunluğa ulaştıklarında canlılıklarını kaybederler.

II. Kalburlu borular, arkadaş hücreleri, parankima ve sklerenkima hücrelerinden oluşurlar.

III. Üst üste dizilmiş meristematik hücrelerin kaynaşması ve çeperlerinde lignin biriktirmesi ile içi boş kanal şeklini alırlar.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

**BİRE BİR ÖSYM 3**

**Bir bitkide bulunan parankima hücreleri;**

I. fotosentez ile organik besin üretme,

II. su ve mineral iletimine yardımcı olma,

III. stomaların açılıp kapanmasını kontrol etme

**özelliklerinden hangilerine sahip <u>değildir</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

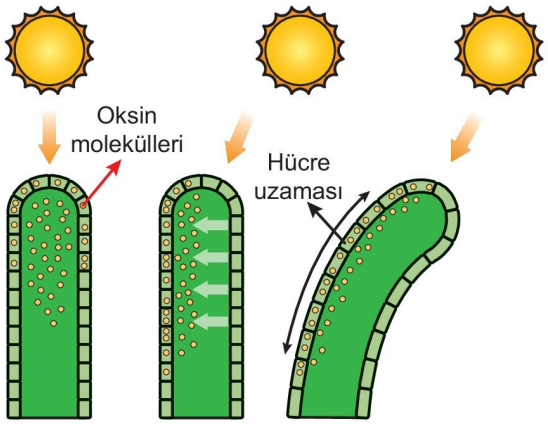
D) I ve II E) II ve III

## Bitkisel Hormonlar

- Bitkilerde büyüme, gelişme, farklılaşma ve metabolik olaylar hormonlarla düzenlenir.
- Özel hücreler tarafından üretilerek hedef organlara taşınan düzenleyici oganik moleküllere **hormon** adı verilir.
- Hormonlar çok az miktarda üretildikleri halde önemli etkilere sahiptir.
- Hormonların etkisinin en iyi olduğu miktarına **optimum miktar** denir.
- Bitki hormonları büyümekte olan kök ve gövde uçlarında, tohum, meyve ve genç yapraklarda üretilebilir.
- Başlıca bitkisel hormonlar oksin, sitokinin ve giberellin büyümeyi uyarırken absisik asit ve etilen büyümeyi engeller.

### Oksin (İndol asetik asit, IAA)

- Bitkilerdeki en önemli hormondur.
- Gövde uç meristemi, kök ucu meristemi, genç yapraklar, embriyo, meyve gibi büyümekte olan bölgelerdeki hücrelerde sentezlenir.
- Meristematik bölgelerde mitozu hızlandırır, büyüme ve farklılaşmayı kontrol eder.
- Doğrudan ışık almayan kısımlarda fazla sentezlendiğinden bitkide asimetrik büyümeye neden olur.




**Oksin etkisi ile asimetrik büyüme**

- Döllenmiş çiçeğin dökülmesini önler.
- Tepe tomurcuğunun gelişmesini uyarırken yan tomurcukların gelişimini baskılayarak apikal dormansiyi sağlar.
- Doku kültürü ile bitki üretiminde kullanılır.
- Yan köklerin gelişimini ve kökün toprağın içine doğru büyümesini uyarır.
- Yaprak dökülmesini geciktirir.
- Sekonder meristemi uyararak aktive eder. İletim demetlerinin farklılaşmasını sağlar.
- Fazla salgılanması toksik etki yaparak ya da etilen üretimini uyararak büyümeyi engeller.
- Sentetik olarak üretilen bazı oksinler yabanî otlarla mücadelede kullanılabilir.

**NOT**

Her bitkisel organın gelişimi için gerekli oksin optimum miktarı aynı değildir. Örneğin tomurcuk gelişiminin en iyi olduğu optimum oksin miktarı kök gelişimini olumsuz etkiler.

3D YAYINLARI

### Giberellin

- Bitkinin uç tomurcuklarında, kökünde, genç yapraklarda, gelişmekte olan tomurcukda ve meristematik dokularda sentezlenir.
- Tohumun çimlenmesini uyararak dormansiyi kırar. Tohumda depolanan besinlerin hidrolizinden sorumlu enzimlerin sentezini uyarır.
- Hücre bölünmesini uyararak gövdenin uzamasını ve polen gelişimini sağlar.
- Bazı bitkilerde çiçeklemeyi teşvik eder, oksin ile birlikte meyve oluşumunda görev yapar.
- Meyve sayısını ve iriliğini artırır.

**Giberellin verilmiş üzümler**

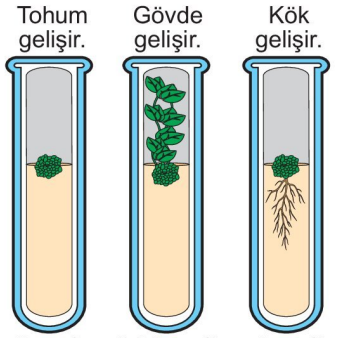
### Sitokinin

- Çoğunlukla kök uçlarında üretilerek suyla birlikte diğer organlara taşınır.

**NOT**

Ksilemde organik madde olarak sitokinin bulunur.

- Embriyo ve büyümekte olan yaprak, meyve gibi yapılarda da üretilebilir.
- Besinlerin depo dokulara taşınmasını artırır.
- Sitokinezi uyarır.
- Hücre döngüsünün düzenlenmesinde, oksin ile birlikte hücre bölünmesi ve farklılaşmanın uyarılmasında, gövdedeki yanal tomurcuklardan yan dalların oluşmasında, yaprakların genç kalmasında, çiçek gelişiminde, apikal meristemlerin oluşumunda, kloroplast organelinin oluşumunda, protein, DNA ve RNA sentezinin hızlanmasında görev yapar.
- Sitokininlerin azalması yaprak dökümüne (absisyon) neden olur.




**Kallustan kök/gövde farklılaşmasında oksin-sitokinin ilişkisi**

- Meristematik hücrelerin farklılaşması için oksin ve sitokinin hormonların etkileşimi gereklidir. Meristem hücrelerinin mitozu ile oluşan ve henüz farklılaşmamış olan kallustan sürgün sisteminin gelişmesi için sitokinin, kök sisteminin gelişmesi için oksin oranının artırılması gerekir.

### Etilen

- Gaz halinde üretilen bir hormondur.
- Bitkinin tüm organlarında üretilebilir ancak en fazla yaşlı dokularda, olgun meyvelerde ve yaşlı yapraklarda üretilir.
- Sadece üretildiği bitkiyi değil etrafındaki diğer bitkileri de etkiler.
- Etilen bitkilerde enfeksiyon, kuraklık, su baskını ve mekanik basınç gibi streslere yanıt olarak üretilir.
- Meyve olgunlaşmasını sağlayan etilenin etkisi ile hücre çeperleri parçalanır ve nişastanın glikoza dönüşümü sağlanır. Sonuçta olgunlaşan meyve yumuşar ve tatlanır.
- Yaprakların sararması ve dökülmesi, programlanmış hücre ölümlerinin gerçekleşmesi, çiçeğin yaşlanması gibi olaylarda da etilen etkilidir.

**NOT**

Meyve olgunlaştıktan sonra etilen üretiminin devam etmesi meyvenin çürümesine neden olur.

**Meyvede etilen artışının neden olduğu olgunlaşma ve çürüme**

3D YAYINLARI

### Absisik Asit (ABA)

- Yapraklardaki kloroplastlardan, gövde, kök, tohum ve yeşil meyvelerden sentezlenir.
- Floem veya ksilemle taşınır.
- Özellikle kuraklık stresi durumunda üretimi artar.
- Kuraklık durumundaki ani susuzlukta yapraklarda birikerek stomaların kapanmasını sağlar ve terleme ile su kaybını azaltır.
- Erken çimlenmeyi önler.
- Gelişim döneminin sonlarına doğru artan absisik asit etkisi ile meristematik hücrelerin bölünmesi baskılanır ve tomurcuklar kın ile sarılır. Tomurcuk kını olumsuz çevresel koşullara karşı meristemi korur.
- Uygun olmayan koşullarda tohumun uyku halinin (dormansi) devam etmesini sağlar.
- Yaprak yaşlanmasını sağlar.

**NOT**

Tohumların etrafı absisik asit ile kaplıdır. Koşullar uygun ve ortamdaki su yeterli olduğunda su bu hormonu tohumdan uzaklaştırır, absisik asit azalır, giberellin artar ve çimlenme başlar.

### Bitkilerde Hareket

- Bitkilerde yer değiştirme değil durum değiştirme hareketi vardır.
- Durum değiştirme hareketleri tropizma ve nasti olmak üzere iki çeşittir.

### Tropizma

- Bitkide uyarının yönüne bağlı olarak gerçekleşen yönelim hareketine **tropizma** denir.
- Tropizma, uyaranın geldiği yöne doğru ise **pozitif tropizma**, uyaranın yönünün tersine doğru ise **negatif tropizma** adını alır.

**NOT**

Tropizma oksin hormonunun düzensiz dağılımına bağlı olarak ortaya çıkan asimetrik büyüme sonucu oluşur.

#### Fototropizma

- Uyaran ışıktır.
- Gövde ucundan salgılanan oksin hormonunun ışık almayan tarafta daha fazla birikmesi ve bu kısmın daha hızlı büyümesi asimetrik büyümeye neden olur ve bitki ışığın geldiği tarafa yönelir.

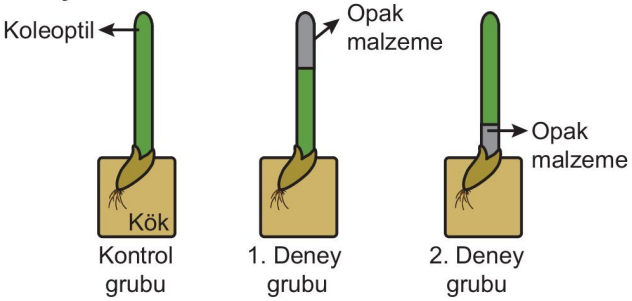
**Fototropizma**

- İçinde su bulunan cam kaba yerleştirilen bitkinin gövdesinin ışığa yönelmesi pozitif fototropizma, köklerinin ışıktan kaçması negatif fototropizmadır.

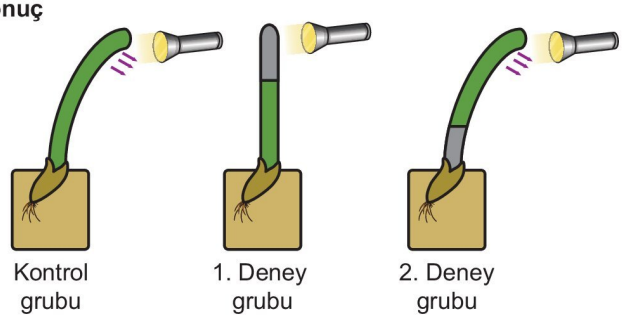
#### Tropizmada Oksin Hormonunun Etkisi

- Çimlenmekte olan bitki sürgünlerinin açılmamış olan yaprağını saran silindirik yapıya **koleoptil** denir.
- Bilim insanları bitkide ışığı algılayan mekanizmanın koleoptildekini yerini belirlemek için araştırmalar yapmış; bu amaçla düzenledikleri deneyde koleoptilleri birinin uç kısmını diğerinin ise taban kısmını ışık geçirmeyen malzeme ile kapatarak koleoptillere tek yönden ışık verdiklerinde uç kısmı kapatılan koleoptilde yönelimin gerçekleşmediğini, taban kısmı kapatılanda ise yönelimin gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Bu deneyden koleoptilde ışığı algılayan mekanizmanın koleoptilin ucunda bulunduğu sonucuna varmışlardır.

**Deney**



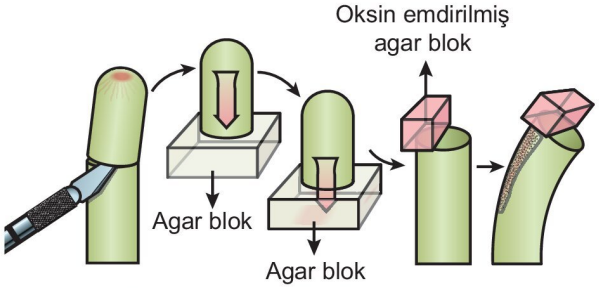

**Sonuç**



**NOT**

Oksin hormonu hücrelerin özelliklerine göre bir yönde taşınır, yer çekimi taşınma yönünü belirlemez.

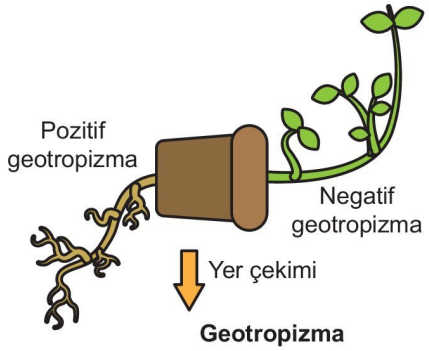
- Işığı algılayan mekanizmanın koleoptilin uç kısmından sentezlenen ve koleoptil boyunca hareket ederek bükülmeye neden olan bir kimyasal olduğunun ispatlanması için yapılan deneyde koleoptilin ucu kesilerek agar blok üzerine yerleştirilmiş, bir süre sonra bu agar blok başka bir ucu kesilmiş koleoptilin üzerine farklı bir konumda yerleştirildiğinde koleoptilde yönelmenin gerçekleşebildiği belirlenmiştir. Bu deneyden kesilen koleoptil ucundan agar bloğa geçen bir kimyasal maddenin (oksin) agar bloktan da koleoptile geçiş yaptığı ve yönelimi gerçekleştirebildiği sonucuna varılmıştır.




**Asimetrik oksin dağılımına bağlı tropizma**

### Geotropizma (Gravitropizma)

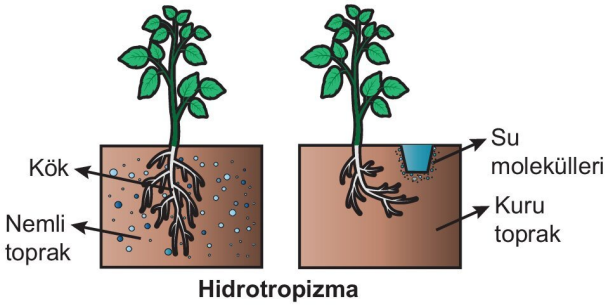
- Bitkide yer çekimine bağlı olarak gerçekleşen yönetim hareketidir.
- Genellikle kökler yer çekimine doğru pozitif; gövde ise yer çekiminin tersine doğru negatif geotropizma hareketi yapar.




**Geotropizma**

### Hidrotropizma

- Bitki köklerinin suya karşı gösterdiği yönelim hareketi olup genellikle pozitiftir.



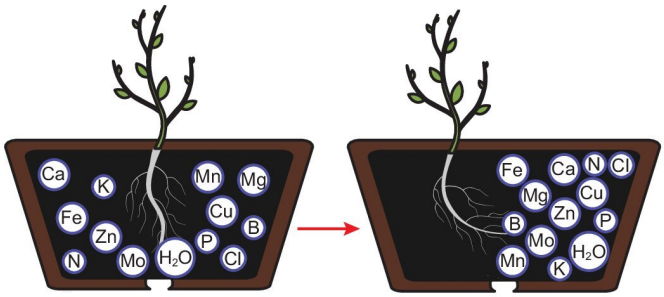

**Hidrotropizma**

### Travmatropizma

- Bitkilerde yaralanma durumunda görülen ve yara bölgesinden salgılanan hormonun etkisi ile yara bölgesinin tersine doğru gerçekleşen yönelim hareketidir.

### Kemotropizma

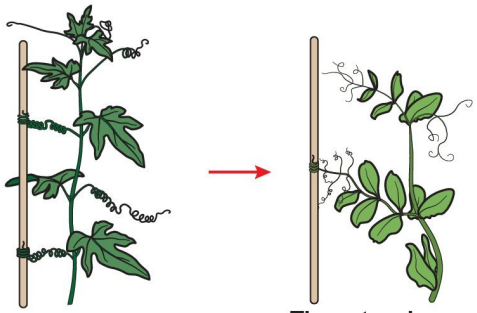
- Bitki köklerinin topraktaki kimyasal maddelere karşı gösterdiği yönelim hareketidir.
- Köklerin gübreye doğru yönelmesi pozitif, aşırı tuz ve kirecin olduğu bölgenin tersine yönelmesi negatif kemotropizmadır.




**Pozitif kemotropizma**

### Tigmotropizma (Haptotropizma)

- Bitkilerin dokunmaya karşı gösterdiği yönelim hareketidir.
- Sarılıcı bitkilerin dik durmak için desteğe temas ederek desteğe sarılması tigmotropizmadır.



**Tigmotropizma**

### Nasti

- Uyarının yönüne bağlı olmadan gerçekleşen durum değiştirme hareketine **nasti** denir.
- Turgor basıncı değişimleri etkisi ile gerçekleşir. Başlıca nasti hareketleri şunlardır:

### Fotonasti

- Işık etkisiyle gerçekleşir.
- Bazı bitkilerin ışık varlığında çiçeklerini açıp ışık yokluğunda kapatması; bazı bitkilerin ise ışık varlığında çiçeklerini kapatıp ışık yokluğunda açması fotonastidir.

### Sismonasti

- Dokunma ve sarsıntı etkisi ile meydana gelen nasti hareketidir.
- Küstüm otunun dokunulunca yapraklarını sarkıtması, böcekçil bitkilerin yaprağına konan böceği yakalaması sismonastidir.

**Küstüm otunda sismonasti**

### Termonasti

- Sıcaklık etkisi ile meydana gelen nasti hareketidir.
- Bazı bitkilerin çiçeklerinin düşük sıcaklıkta kapanıp yüksek sıcaklıkta açması termonastidir.

Yüksek sıcaklık Düşük sıcaklık

**Termonasti**

### Fotoperiyodizm

- Bitkilerde gün uzunluğuna bağlı olarak gösterilen biyolojik tepkiye **fotoperiyodizm**; bir bitkinin gün boyunca ışık alma veya karanlıkta kalma süresine ise **fotoperiyot** denir.
- Bir bitkinin üreme olgunluğuna ulaşması için ihtiyaç duyduğu ışık alma süresine **kritik gün uzunluğu**, karanlıkta kalma süresine ise **kritik gece uzunluğu** adı verilir.
- Fotoperiyot büyüme, çiçek açma, gelişme, yaprak dökümü gibi olayları etkiler.

**NOT**

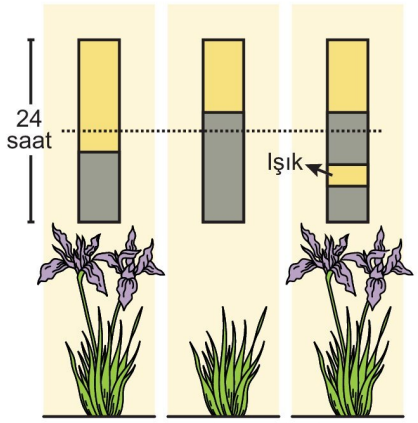
Fotoperiyot bitkinin yaprakları tarafından belirlenir. Çiçeklenme için gerekli periyot sağlandığında yapraklar tomurcuklara sinyaller göndererek çiçeklenmeyi teşvik eder.

**MERAKLISINA**

Bitkilerde biyolojik saate ve ışık alma süresine bağlı olarak yaprak hücrelerindeki FT geni aktifleşir, bu genden sentezlenen mRNA'ların translasyonu ile florigen hormonu üretilir. Bu hormon yapraklardan büyümenin gerçekleştiği kısımlara doğru ilerleyerek FD adı verilen proteinle etkileşime geçer. Bu etkileşim tomurcuk oluşumunu ve gelişimini tetikler.

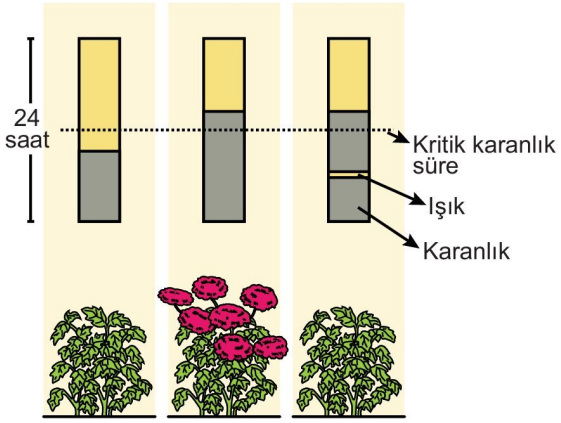
Fotoperiyoda göre bitkiler üçe ayrılır:

**Uzun Gün Bitkileri:** Çiçeklenmeleri için gündüz süresinin gece süresinden uzun olması gerekir. Genellikle ilkbahar sonunda ve yaz başında çiçeklenirler. Arpa, buğday, marul gibi bitkiler uzun gün bitkisidir.




**Uzun gün bitkileri**

**Kısa Gün Bitkileri:** Çiçeklenmesi için gündüz süresinin gece süresinden kısa olması gerekir. Yaz sonu, sonbahar ve kışın çiçeklenirler. Çuha çiçeği, patates, çilek gibi bitkiler kısa gün bitkisidir.




**Kısa gün bitkileri**

**Nötr Gün Bitkileri:** Çiçeklenmesi gün uzunluğundan etkilenmeyen bitkilerdir. Pirinç, pamuk, domates gibi bitkiler nötr gün bitkisidir.

**NOT**

Kısa gün bitkisinin çiçeklenmesi için gece uzunluğu kritik değerin altına düşmemelidir. Gece uzunluğu kritik değerin üzerinde olsa da gecenin ışıklandırılarak kesintiye uğratılması bitkinin çiçeklenmesini engeller. Uzun gün bitkisinin çiçeklenmesi için gece uzunluğu kritik değerin altında olmalıdır. Gece uzunluğu kritik değerin üzerinde olsa da gecenin ışıklandırılarak kesintiye uğratılması bitkinin çiçeklenmesini engellemez.

3D YAYINLARI

## ETKİNLİK 4

**Bitkisel hareketlerle ilgili aşağıdaki örnekler ile kavramları eşleştiriniz.**

| | |
|---|---|
| Geotropizma (a) ☐ | Bitki köklerinin yerçekimine doğru büyümesi (1) |
| Hidrotropizma (b) ☐ | Asmanın desteğe temas ederek sarılması ve büyümesi (2) |
| Sismonasti (c) ☐ | Su kenarında yaşayan bitkinin köklerinin suya doğru yönelmesi (3) |
| Tigmotropizma (d) ☐ | Bazı bitkilerin dokunulduğunda tohumlarını fırlatması (4) |

## ETKİNLİK 5

**Bitkisel hormonlar ve işlevleri ile ilgili olarak verilen aşağıdaki ifadelerden doğru olanların karşısındaki kutucuğa "D", yanlış olanların karşısındaki kutucuğa "Y" yazınız.**

- Oksinler çok yıllık bitkilerde primer ve sekonder meristemi aktive edebilir. ☐
- Tohumun çimlenmesi için, giberellin ve absisik asit miktarının artması gerekir. ☐
- Programlanmış hücre ölümlerinin gerçekleşmesinde etilen görev yapar. ☐
- Yaprakların yaşlanmasını sağlayan hormon sitokinindir. ☐

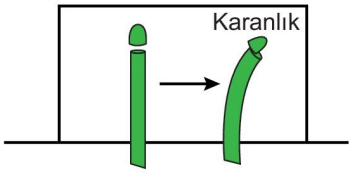
## ETKİNLİK 6

**Aşağıdaki tabloda verilen özelliklerden nasti ve tropizma hareketlerine ait olanların karşısındaki kutucuğu "✔" işareti kullanarak doldurunuz.**

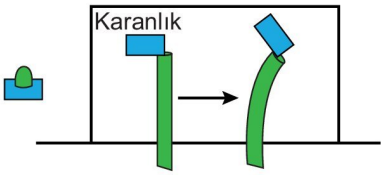
| | Uyaranın yönüne bağlı olma | Oksin hormonu etkisi ile gerçekleşme | Turgor basıncı değişimleri ile oluşma |
|---|---|---|---|
| Tropizma | | | |
| Nasti | | | |

## BECERİ TEMELLİ SORU 3

Bitkilerdeki yönelim hareketlerini araştıran bir öğrencinin düzenlemiş olduğu deneyler ve sonuçları aşağıda verilmiştir.




Koleoptitin ucu kesilerek zarar vermeden sola kaydırılıyor.




Ucu kesilmiş koleoptilin ucuna oksinli agar blok asimetrik olarak yerleştiriliyor.

**Bu deney ve sonuçlarını dikkate alarak öğrencinin yaptığı,**

I. Koleoptillerin yönelimininde oksin hormonunun birikimi sonucu oluşan asimetrik büyüme etkili olmuştur.

II. Koleoptillerde gerçekleşen hareket fototropizmadır.

III. Agar blok oksine karşı geçirgendir.

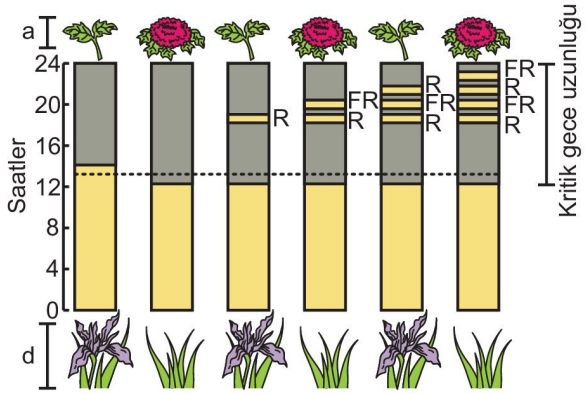
**yorumlarından hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

3D YAYINLARI

**BECERİ TEMELLİ SORU 4**

Aşağıdaki görselde a ve d bitkilerinin normal fotoperiyoda bağlı çiçeklenme durumu ile gece süresinin kırmızı (R), uzak kırmızı (FR) flaş ile kesintiye uğratılmasının çiçeklenme durumu üzerine etkisi gösterilmiştir.




**Buna göre;**

I. a kısa gün, d uzun gün bitkisidir.

II. Gecenin kırmızı ışık ile kesintiye uğratılması, kısa gün bitkisinin çiçeklenmesini engellerken uzun gün bitkisinde çiçeklenmeye neden olur.

III. Gece, kırmızı (R) ve uzak kırmızı (FR) ışık ard arda ve aynı sayıda uygulanırsa çiçeklenme üzerine etkileri nötürlenir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**BİRE BİR ÖSYM 4**

**Bitkisel hormonlar ile ilgili,**

I. Yalnızca sentezlendikleri dokularda etkili olurlar.

II. Bitkide çiçek açma, çimlenme, yaprak dökümü, farklılaşma gibi olaylarda işlev görürler.

III. Organik yapıda olduklarından yalnızca floem öz suyunda taşınabilirler.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**BİRE BİR ÖSYM 5**

**Aşağıdaki bitkisel hareketlerden hangisi turgor basıncı değişimlerine bağlı olarak gerçekleşir?**

A) Yaprakların ışığa doğru yönelmesi

B) Kökün su ve minerallerin bulunduğu bölgeye doğru büyümesi

C) Sarmaşığın desteğe tutunarak büyümesi

D) Böcekçil bitkinin yaprağına böcek konunca yapraklarını kapatması

E) Gövdenin yerçekimine zıt yönde büyümesi

**BİRE BİR ÖSYM 6**

**Tek çenekli bir bitkideki;**

I. geotropizma,

II. fotonasti,

III. travmatropizma

**hareketlerinden hangileri uyarının yönüne bağlı olup oksin hormonunun etkisi ile gerçekleşir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

### Bitkilerde Madde Taşınması

➜ Bitkilerde su ve minerallerin taşınmasında ksilem, organik besinlerin taşınmasında floem görev yapar.

### Su ve Minerallerin Taşınması

➜ Bitkiler ihtiyaç duydukları inorganik maddelerden $CO_2$ ve $O_2$'yi havadan; su ve mineralleri ise kökleri ile topraktan alırlar.

### Köklerde Su ve Mineral Emilimi

➜ Bitki köklerinde epidermis hücrelerinin toprağa doğru oluşturduğu emici tüyler bulunur.

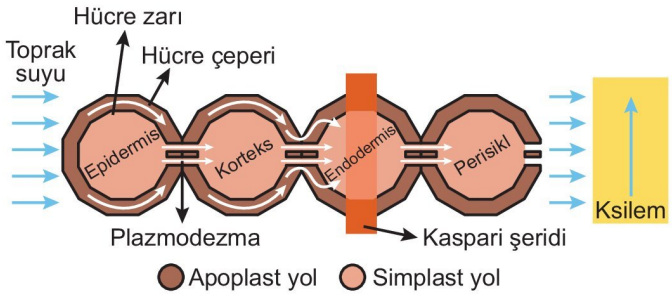
➜ Emici tüyler, kök yüzey alanını artırarak su ve mineral alımını artırır.

➜ Emici tüy hücrelerinin osmotik basıncı toprak ya da ortam osmotik basıncından fazla olduğu için su ortamdan kök hücrelerine pasif taşıma (osmoz) ile giriş yapar.

**NOT**

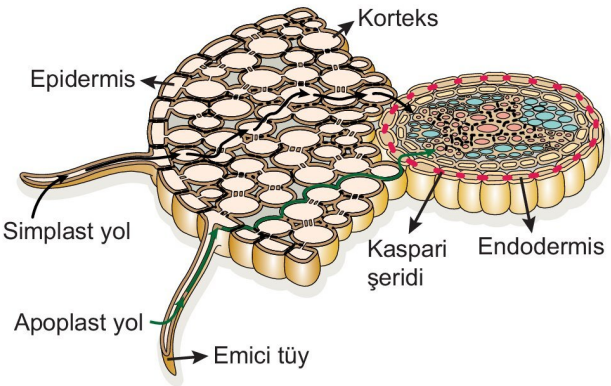
Kök hücrelerinde $K^+$ derişimi genellikle ortamın $K^+$ derişiminden yüzlerce kat fazladır. Kök emici tüyleri topraktan aktif taşıma ile mineral ve tuz alıp biriktirerek osmotik basınçlarını ortama göre yüksek tutar ve bu şekilde suyun osmozla alınmasını sağlar.

- Topraktan emilen su ve minerallerin ksileme taşınması iki yolla olur. Bu yollardan biri suyun emici tüy hücrelerine girerek hücreden hücreye aktarılmasıdır (simplast yol). İkincisi ise hücreye girmeden hücre çeperleri ve çeperlerin çevresindeki boşluklardan geçerek ilerlemesidir (apoplast yol).

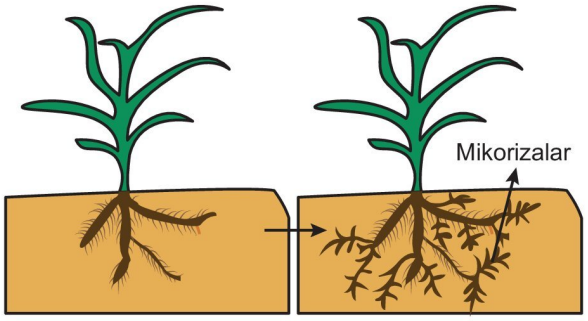



- Su ve mineraller hangi yolla taşınırsa taşınsın endodermise ulaştığında kaspari şeridini aşmak için hücre içinden ilerlemek zorundadır.
- Topraktan alınan su ve mineraller ksileme ulaşıncaya kadar sırasıyla şu yolu izler:

Emici tüy → Epidermis → Korteks → Endodermis → Periskl → Ksilem




- Bazı bitkiler topraktan su ve mineral alımını kolaylaştırmak için bazı mantar ve bakteri türleri ile simbiyotik ilişki kurarlar.
- Belirli bir mantar türü ile belirli bir bitki türünün kökü arasındaki mutualist ilişkiye **mikoriza** denir. Mantarların oluşturduğu hifler kökün etrafını sararak yüzey alanını artırır, su ve mineral alımını kolaylaştırır. Mantar da ihtiyacı olan organik besinleri bitkiden karşılar. Mikorizalar özellikle fosfor, demir, bakır ve çinko emiliminde etkilidir.




**NOT**

Mikorizalar kökte korteks hücreleri arasına yerleşir.

- Baklagil bitkilerinin kökleri ile toprakta yaşayan ve havanın serbest azotunu bağlayabilen *Rhizobium* cinsi bakteriler arasında da mutualist ilişki kurulur. Bu bakterilerin bitki köklerinde oluşturduğu yumrulara **nodül** denir. *Rhizobium* bakterisi atmosferik azotu bitkinin kullanabileceği nitrata ($NO_3$) dönüştürüp bitkiye verirken bitkiden organik besin ihtiyacını karşılar.

**Baklagil köklerindeki nodüller**

- Bitki gelişiminin en iyi olabilmesi için bitkinin ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin ortamda optimum düzeyde bulunması gerekir.
- Bitkinin çok fazla miktarda ihtiyaç duyduğu elementlere **makro elementler** denir. C, H, O, N, Mg, K, Ca, P ve S makro elementlerdir.
- Bitkinin çok az miktarda ihtiyaç duyduğu elementlere **mikro elementler** denir. Fe, Cl, Mn, Zn, Cu, Ni, Mo ve B mikro elementlerdir.
- Makro ve mikro elementler genel olarak enzim kofaktörü olarak görev yapar.
- Mikro ve makro elementlerin yeterli oranda alınamaması bitkide hastalıklara ve anormalliklere neden olur.
- Topraktaki $O_2$ miktarı, sıcaklık, ışık, pH, topraktaki mikroorganizmalar mineral emilimini etkiler.

3D YAYINLARI

- Topraktaki mineral miktarı azaldığında toprağın verimini artırmak amacıyla **gübreleme** yapılarak eksik mineraller takviye edilebilir.
- Bitki gelişiminin en iyi olması için ihtiyaç duyulan tüm faktörlerin ortamda uygun oranda bulunması gerekir. Bir faktörün optimum değerden az veya çok olması durumunda diğer faktörler uygun olsa da bitki gelişimini optimum değerde olmayan faktör sınırlandırır ve o faktör oranında diğerlerinden faydalanılabilir. Buna **minimum yasası** denir.

## Bitkilerde Su ve Minerallerin Ksilemde Taşınması

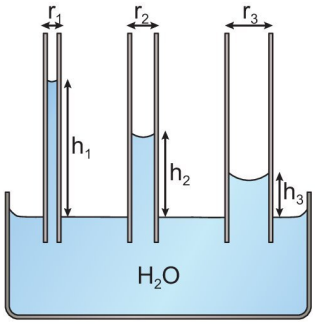
- Köklerden osmoz ile emilen su ve difüzyon ya da aktif taşıma ile alınan mineraller ksileme ulaştıktan sonra ksilemde kök basıncı, kılcallık, terleme ve kohezyon kuvveti etkisiyle taşınır.

### Kök Basıncı

- Kök emici tüyler, topraktan su alımını kolaylaştırmak için tuz ve mineral biriktirerek, gerektiğinde de nişastayı glikoza hidroliz ederek osmotik basıncını yükseltir.
- Artan kök osmotik basıncının etkisi ile topraktaki su kök hücrelerine geçer. Bu sırada emilen minerallerin geri kaybedilmesi endodermis tarafından engellenir.
- Merkezi silindirde biriken mineraller osmotik basıncı artırır ve su ksileme alınır.
- Suyun ksileme doğru akışını sağlayan bu basınca **kök basıncı** denir.
- Bitkinin ihtiyaçtan fazla su alması durumunda fazla su yaprak kenarlarındaki hidatotlardan sıvı olarak atılır. **Gutasyon** adı verilen bu olayda su ile birlikte mineraller de atılır.
- Gutasyonda su, kök basıncı ile dışarı atılmaya zorlanır. Bu durum suyun gövdede yukarı doğru taşınmasını kolaylaştırır.

### Kılcallık

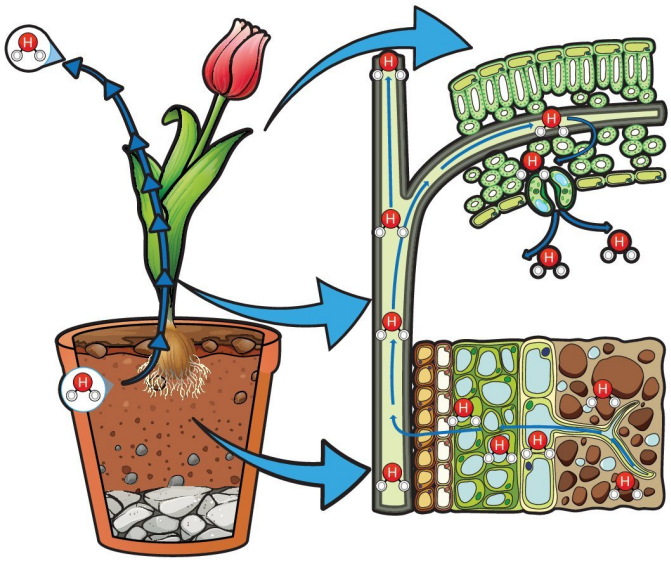
- Ksileme ulaşan su molekülleri adhezyon özelliği sayesinde ksilem hücrelerinin çeperlerindeki selüloz moleküllerine tutunarak yükselir.
- Ksilemin çapı ne kadar küçükse su o kadar hızlı yükselir.




**Kılcallık olayı**

### Terleme ve Kohezyon Gerilim Teorisi

- Su ve minerallerin taşınmasındaki en önemli etkidir.
- Fotosentez ve terleme olayları bitkide en önemli su kaybı nedenleridir.
- Stomalardan suyun buhar olarak atılmasına **terleme** denir.
- Stomaların terleme ile su kaybetmesi stomaların osmotik basıncını artırır ve stomalar komşu hücrelerden su çeker.
- Komşu hücreler de ksilemden su emer ve ksilemde negatif basınç oluşur. Sonuçta su köklerden yukarı doğru emilir.
- Aynı tür moleküllerin birbirine uyguladığı çekime **kohezyon** adı verilir.
- Kohezyon etkisi ile su molekülleri birbirini çekerek ksilemde yükselir.



**Terleme - kohezyon gerilim teorisi**

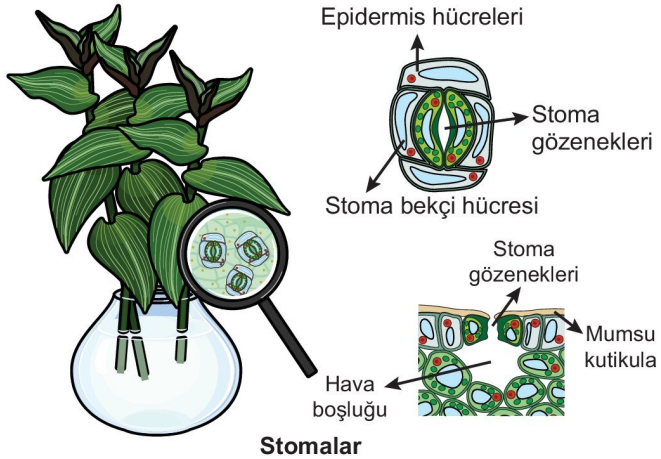
- Adhezyon kuvveti de suyun ksilemde yükselmesine destek olur.

**NOT**

Su molekülleri ile ksilem hücrelerinin çeperlerindeki selüloz moleküllerinin karşıt elektrik yükleri birbirini çekerek ksilem duvarında su tutan hidrojen bağlarını oluşturur.

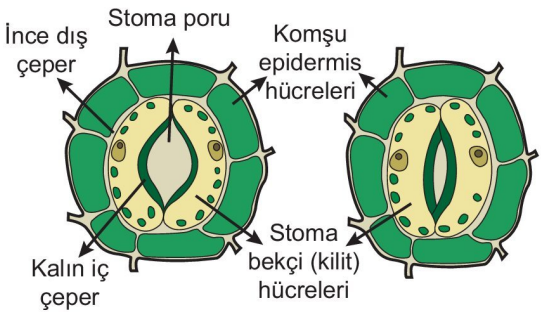
3D YAYINLARI

### Stomaların Açılıp Kapanma Mekanizması




**Stomalar**

- Stomalar, epidermis hücrelerinin özelleşmesi ile oluşan ve iki bekçi hücresi ile bunların arasında kalan boşluktan oluşur.
- **Bekçi hücreleri** stomaların açılıp kapanmasını sağlayan kloroplastlı hücrelerdir.
- Bekçi hücrelerin etrafında **komşu epidermis hücreleri** bulunur.




**Stomaların açık ve kapalı hâli**

- Stoma bekçi hücrelerinin birbirine bakan çeperleri kalın, komşu epidermis hücrelerine bakan kısımları incedir. Bu kalınlık farkı stomaların açılıp kapanmasında etkilidir.
- Ortamda yeterli miktarda ışık varsa stoma bekçi hücreleri fotosentez yaparak organik besin sentezler.
  - Bekçi hücrelerdeki monomer artışı bekçi hücrelerin osmotik basıncını artırır.
  - Bekçi hücrelere komşu epidermis hücrelerinden $K^+$ geçişi artar.
  - Hem monomerlerin hem de $K^+$'nın artışı sonucu oluşan osmotik basıncın etkisi ile bekçi hücreler komşu epidermis hücrelerinden su alarak şişer.
  - Bekçi hücrelerde turgor basıncı artar. Turgor basıncı bekçi hücrelerin ince dış çeperler yönünde daha çok esnemesine neden olur. Bu durum da stomaların açılmasını sağlar. Stomaların açılması sonucu terleme ile su kaybı artar.

**NOT**

Fotosentez ürünü olan glikozun ve nişasta hidrolizi ile oluşan glikozun sükroza dönüşmesi de stomaların açılmasında etkilidir.

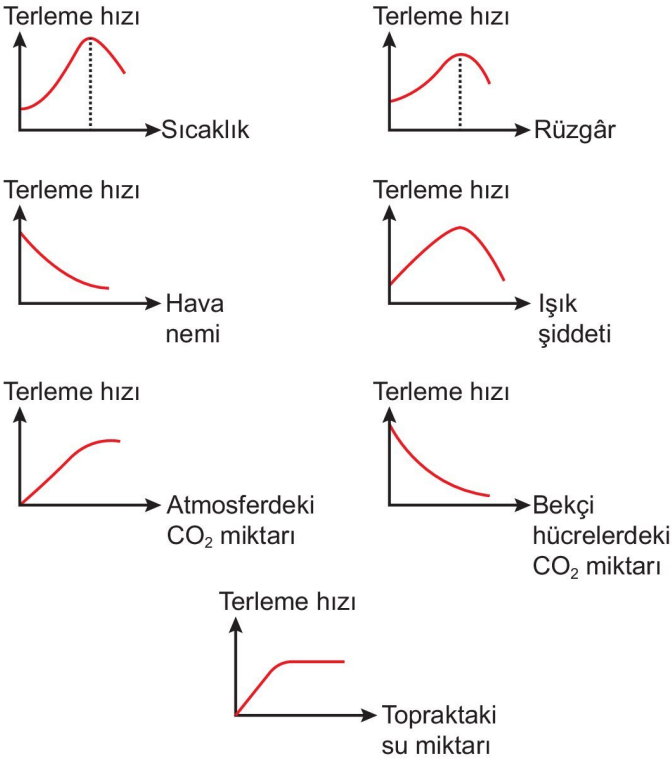
- Gece bekçi hücrelerdeki $K^+$, komşu epidermis hücrelerine geçer. Ayrıca sükroz azalır, glikozlar nişastaya dönüşür.
  - Bekçi hücrelerin osmotik basıncı düşer.
  - Bekçi hücrelerden komşu epidermis hücrelerine su geçişi olur.
  - Bekçi hücrelerin turgor basıncı azalır ve stomalar kapanır.

**NOT**

Bitki gövdesindeki lentisellerden ve bitkinin yüzeyini örten kütikula tabakasından da terleme ile bir miktar su kaybı gerçekleşir.

**Terleme hızına etki eden faktörler:**

- **Genetik faktörler:** Yapraktaki tüy miktarı ve kütikula kalınlığı terlemeyle ters orantılıdır. Yaprak yüzeyi genişliği, stoma sayısı, iletim demeti sayısı, emici tüy sayısı terlemeyle doğru orantılıdır.
- **Çevresel faktörler:** Sıcaklık, nem, rüzgâr, ışık şiddeti, atmosferdeki ve bekçi hücrelerdeki $CO_2$ miktarı ve topraktaki su miktarı terlemede etkilidir.




3D YAYINLARI

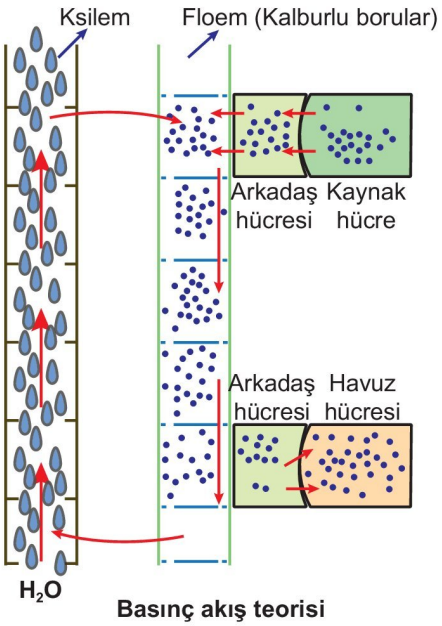
- Stoma hava boşluklarındaki $CO_2$ miktarının azalması, mezofil tabakasındaki hücrelerin fotosenteze başladığını gösterir. Bu durum da stomaların açılmasını sağlar.
- Aşırı sıcak, yoğun rüzgâr, absisik asit artışı gibi faktörler stomaların kapanmasına neden olur.
- Hava neminin artması, terleme ile havaya su buharı verilmesini zorlaştırdığından terleme hızını azaltır. Bu durumda fazla su damlama ile atılır.

**Shorts 29**

**Stomaların açılıp kapanma mekanizmasının özeti**

### Bitkilerde Fotosentez Ürünlerinin Taşınması

- Bitkilerde fotosentez sonucu oluşan besinler floem tarafından bitkinin diğer organlarına floem öz suyu ile taşınır.
- Floemde besinlerin taşınması çift yönlü olarak gerçekleşir ve bu taşıma sırasında enerji harcanır.
- Floemde besinlerin taşınması ksilemdeki su ve mineral taşımasına göre daha yavaştır.
- Floemde besinlerin taşınması **basınç akış teorisi (pozitif basınç)** ile açıklanır.
- Floemde taşınma yönü kaynak hücrelerden havuz hücrelere doğrudur.
- Taşınacak besini (sakkaroz) fotosentezle veya nişasta hidrolizi ile oluşturan hücrelere **kaynak** denir.
- Floemden besinleri alan ve depolayan hücrelere **havuz** adı verilir.
- Basınç akış teorisine göre;
  - Fotosentez veya hidroliz ile kaynak hücrelerde oluşan besinler aktif yolla ATP harcanarak arkadaş hücrelere pompalanır.
  - Arkadaş hücrelerden de yine aktif yolla ve ATP harcanarak arkadaş hücrelerin çeperlerindeki geçitlerden kalburlu borulara geçer.
  - Kalburlu borulardaki besin (sakkaroz) konsantrasyonunun artması osmotik basıncı artırır.
  - Osmotik basıncın etkisi ile ksilemden floeme su çekilir.
  - Çekilen suyun floemde oluşturduğu basınç sayesinde floem öz suyu basıncın daha düşük olduğu kalburlu boru bölgesine doğru akar.
  - Floem öz suyundaki besin molekülleri kalburlu boruların çeperlerdeki geçitlerden aktif yolla ve ATP harcanarak arkadaş hücrelere pompalanır.
  - Arkadaş hücrelerden de yine aktif yolla ATP harcanarak havuz hücrelere gönderilir.
  - Kalburlu boruların su basıncı düşer ve besin içerikli çözelti buraya doğru akmaya devam eder.




**Basınç akış teorisi**

**NOT**

Bir bitkide floemi içeren kabuk kısmının zarar görmesi durumunda, floem öz suyu köke doğru taşınamaz. Kök hücreleri gerekli organik besinleri karşılayamayacağı için bir süre sonra canlılığını kaybeder. Kök hücrelerinin ölmesi topraktan su ve mineral alımını durdurur ve bitkide kökten sürgüne doğru çürüme gerçekleşir.

**ETKİNLİK 7**

**Topraktan emici tüylere alınan su ve minerallerin ksileme ulaşıncaya kadar;**

I. korteks,

II. epidermis,

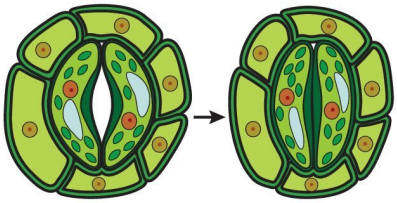
III. perisikl,

IV. endodermis

**yapılarından hangi sırasıyla geçtiğini belirleyiniz.**

3D YAYINLARI

## ETKİNLİK 8



**Yukarıdaki görselde verilen stomanın I numaralı durumdan II numaralı duruma geçmesine,**

I. mezofil dokudaki $CO_2$ konsantrasyonunun artması,

II. bekçi hücrelerdeki $K^+$ birikiminin artması,

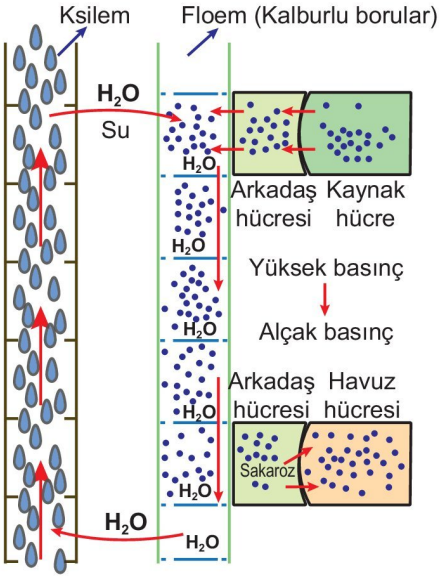
III. bekçi hücrelerdeki absisik asit miktarının artması,

IV. bekçi hücrelerdeki su miktarının azalması

**olaylarından hangilerinin neden olabileceğini belirleyiniz.**

## ETKİNLİK 9

Aşağıdaki görselde basınç akış teorisine göre floemde organik besin taşınması gösterilmiştir.

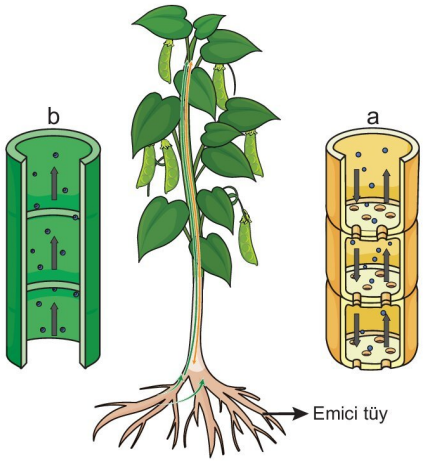



**Buna göre, verilen ifadelerden doğru olanların karşısındaki kutucuğu " ✔" ile işaretleyiniz.**

- Floemdeki organik besin derişiminin artması osmotik basıncı artırarak ksilemden su emilmesini sağlar. ☐
- Organik besin kaynaktan floeme ve floemden havuza aktarımı sırasında ATP harcanır. ☐
- Floem öz suyunda organik ve inorganik moleküller vardır. ☐
- Suyun floemden ksileme geçişi aktif taşıma ile gerçekleşir. ☐

## BECERİ TEMELLİ SORU 5

Aşağıdaki görselde bir bitkiye ait iletim demetleri harflerle gösterilmiştir.




**Bu bitkinin yaşam ortamına hidrojen atomları işaretlenmiş su molekülleri verildikten bir süre sonra işaretli hidrojen atomlarına kökte depolanan nişasta molekülünün yapısında rastlandığına göre bu süreçte;**

I. su moleküllerinin emici tüylerle alınıp b yapısına iletilmesi,

II. su moleküllerinin b yapısı ile yapraklara taşınması,

III. su moleküllerinin fotosentezde hidrojen kaynağı olarak kullanılması,

IV. fotosentez ürünü olan besinin a yapısı ile köke taşınması

**olaylarının hangi sırayla gerçekleşmiş olması beklenir?**

A) I - II - III - IV
B) II - I - III - IV
C) I - IV - II - III
D) III - I - II - IV
E) IV - I - II - III

3D YAYINLARI

**BECERİ TEMELLİ SORU 6**

Karasal hayata adapte olmuş özdeş üç bitkiden birincisinin yapraklarının alt yüzeyi, ikincisinin yapraklarının üst yüzeyi, üçüncüsünün ise yapraklarının hem alt hem de üst yüzeyi balmumu ile kaplanıyor.

**Aynı karanlık ortamda eşit süre bekletilen bu bitkilerde gerçekleşen olaylar için,**

I. Terleme ile en fazla su kaybı birinci bitkide olur.

II. Ksilemde su ve mineraller en yavaş üçüncü bitkide taşınır.

III. Birinci ve ikinci bitkilerin kuru ağırlıkları artarken üçüncü bitkinin kuru ağırlığı azalır.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

**BİRE BİR ÖSYM 7**

**Bitkilerde su ve minerallerin kökten gövde ve yapraklara taşınmasıyla ilgili,**

I. Ksilemde su ve mineraller aşağıdan yukarı doğru tek yönlü olarak taşınır.

II. Su molekülleri ile ksilem çeperindeki selüloz molekülleri arasındaki adhezyon kuvveti taşımada etkilidir.

III. Su ve mineraller difüzyon ve aktif taşıma ile ksilemde ilerler.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**BİRE BİR ÖSYM 8**

**Stoma bekçi hücrelerde gerçekleşen;**

I. fotosentez hızının artması,

II. nişasta hidrolizinin hızlanması,

III. $K^+$ iyonu derişiminin artması

**olaylarından hangileri bekçi hücrelerin osmotik basıncının artmasına neden olabilir?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**BİRE BİR ÖSYM 9**

**Tüm koşulların uygun olduğu aydınlık bir ortamda bulunan bir bitkinin yapraklarındaki stomaların açılmasında;**

I. bekçi hücrelerden komşu epidermis hücrelerine potasyum geçişinin hızlanması,

II. mezofil dokudaki hava boşluklarında bulunan karbondioksit miktarının azalması,

III. bekçi hücrelerde turgor basıncının artması

**olaylarından hangileri etkilidir?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III

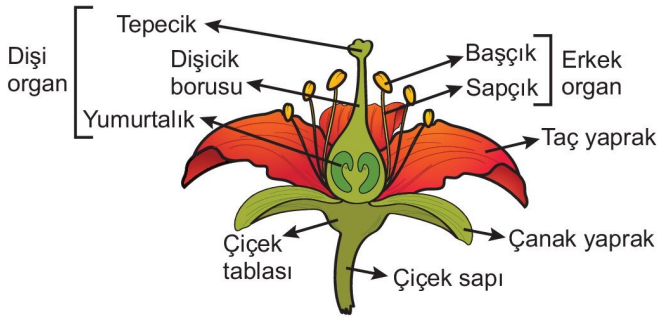
D) II ve III E) I, II ve III

## Bitkilerde Eşeyli Üreme

- Çiçekli bitkilerin eşeyli üreme organı çiçektir.
- Çiçekli bitkiler açık ve kapalı tohumlu bitkiler olmak üzere iki grupta incelenir.
- Açık tohumlu bitkilerde üreme organı kozalaktır.
  - Erkek kozalakta üretilen polenler rüzgârla dişi kozalağa taşınarak yumurtayı döller.
  - Döllenme ile oluşan zigot, mitoz bölünmelerle embriyoyu oluşturur.
  - Embriyo dişi kozalakta gelişir, tohum dişi kozalakta oluşur.
  - Kozalağın açılmasıyla toprağa düşen tohumdan mitoz bölünme ve farklılaşma ile yeni bir bitki gelişir.
- Kapalı tohumlu bitkilerde üreme organı çiçektir.
- Üreme hücrelerinin oluşması, tozlaşma, döllenme, tohum ve meyve oluşumu çiçekte gerçekleşir.

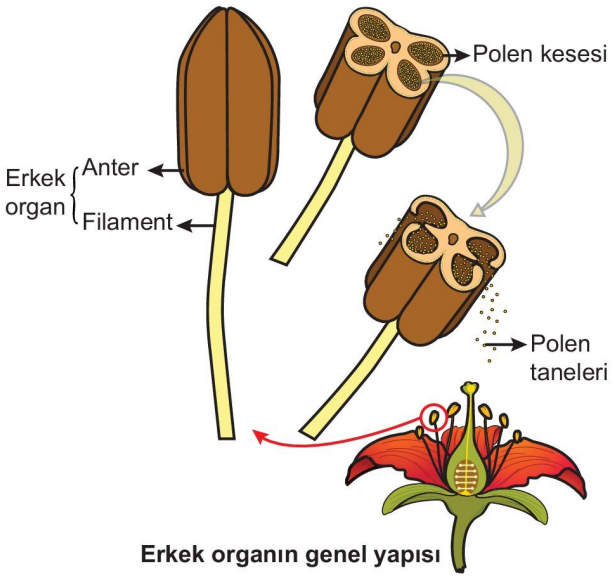
## Çiçeğin Yapısı Ve Kısımları

- Yaprağın metamorfozu ile oluşan ve eşeyli üremeyi sağlayan organ çiçektir.
- Bir çiçek dıştan içe doğru çiçek sapı, çiçek tablası, çanak yaprakları, taç yapraklar, erkek organ ve dişi organdan oluşur.




**Çiçeğin kısımları**

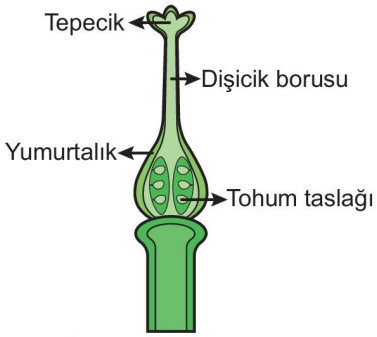
- **Çiçek sapı**, çiçeği taşıyan sürgün ucudur.
- **Çiçek tablası,** çiçeğin yapılarının bağlandığı, çiçek sapının üstündeki bölümdür.
- **Çanak yapraklar** genellikle yeşil olup fotosentez yapar ve tomurcuk halinde iken çiçeği korur.
- **Taç yapraklar** genellikle renkli ve parlak olup böcekleri ve diğer tozlaştırıcıları kendine çekerek tozlaşmaya yardım eder.
- **Erkek organ;** sapçık (filamet) ve başçık (anter) bölümlerinden oluşur.
  - **Sapçık** başçığı çiçek tablasına bağlar ve başçığın hareket etmesini sağlar.
  - **Başçık** erkek üreme hücrelerini içeren polenleri üretir.




**Erkek organın genel yapısı**

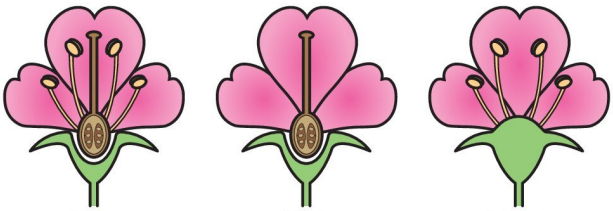
  - Her bir başçık dört bölmeden oluşur. Bölmeler de polen keselerini içerir.

- **Dişi organ;** yumurtalık (ovaryum), dişicik borusu (stilus) ve tepecik (stigma) bölümlerinden oluşur.
  - **Yumurtalık** dişi organın alt kısmındaki geniş yapı olup tohum taslaklarını bulundurur.
  - **Dişicik borusu** tepecik ile yumurtalığın arasında kalan kısımdır.
  - **Tepecik**, dişicik borusunun üst kısmı olup polenlerin tutunması ve çimlenmesi için yapışkan ve nemlidir.




**Dişi organın yapısı**

- Bir çiçek taç yaprak, çanak yaprak, dişi ve erkek organ yapılarının hepsine sahipse **tam çiçek (hermofrodit);** bu dört organdan birini veya birkaçını bulundurmazsa **eksik çiçek** adını alır. Erik, şeftali gibi bitkiler tam çiçekli, kavak, ceviz gibi bitkiler eksik çiçeklidir.




- Eksik bir çiçekte sadece erkek organ varsa **erkek çiçek,** sadece dişi organ varsa **dişi çiçek** adı verilir.
- Dişi ve erkek çiçek aynı bitkinin üzerinde ise bu bitkilere **tek evcikli (monoik);** dişi ve erkek çiçek farklı bitkilerin üzerinde ise bu bitkilere **iki evcikli (dioik) bitki** denir. Kavun, karpuz tek evcikli, incir ve hurma iki evcikli bitkilere örnek verilebilir.

**Shorts 30**

**Açık tohumlu ve kapalı tohumlu bitkilerde üreme şekilleri ile ilgili farklar nelerdir?**

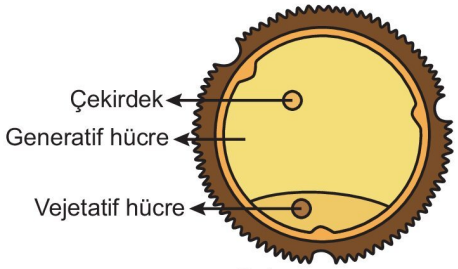
## Çiçekli Bitkilerde Üreme Hücrelerinin Oluşumu

### Erkek Üreme Hücrelerinin Oluşumu

- Başçıktaki polen keselerinin içinde çok sayıda 2n kromozomlu polen ana hücresi (mikrospor ana hücresi) vardır.
- **Polen ana hücresi** mayoz geçinerek dört tane n kromozomlu hücre oluşturur. Bu hücrelerin her birine **mikrospor** denir.
- Her mikrospor mitoz bölünme geçirir. Bu mitoz bölünmede biri **generatif (üretken) hücre,** diğeri **vejetatif (tüp) hücre** adını alan iki hücre oluşur.

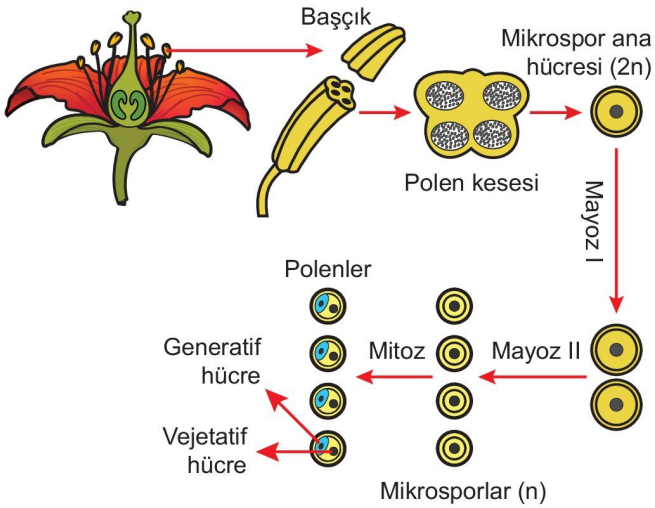
3D YAYINLARI

- Polenin olgunlaşması sırasında generatif hücre vejetatif hücrenin içine girer.




**Polenin yapısı**

➜ Generatif hücre döllenmede görev alırken vejetatif hücre polen tüpünün oluşmasını sağlar.




**Polen oluşumu**

## Dişi Üreme Hücrelerinin Oluşumu

➜ Dişi üreme hücresi olan yumurta dişi organın yumurtalık kısmında üretilir.

➜ Yumurtalıkta bir veya daha fazla **tohum taslağı** vardır.

➜ Tohum taslağında ise 2n kromozomlu **megaspor ana hücreleri** bulunur.

➜ Megaspor ana hücreleri mayoz ile dört tane n kromozomlu **megaspor hücresini** oluşturur.

➜ Megaspor hücrelerinden üçü eriyerek kaybolur. Kalan megaspor büyür ve çekirdeği art arda üç kez mitoz geçirerek sekiz çekirdekli bir hücreye dönüşür. Bu bölünmeler sırasında sitokinez gerçekleşmez.

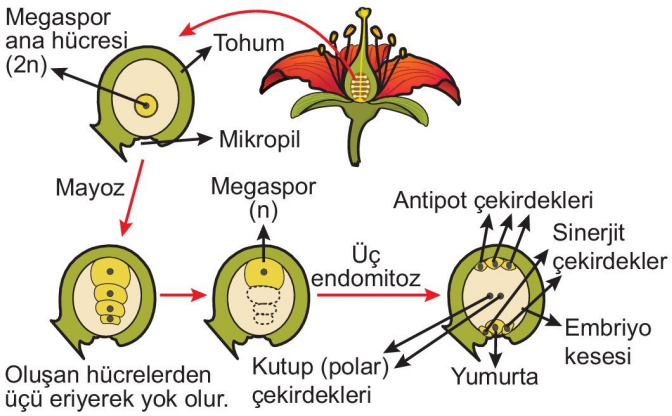
➜ Oluşan sekiz çekirdekten üçü tohum taslağının bir kutbuna, üçü ise bunların karşısındaki kutba hareket eder. Diğer iki çekirdek ise tohum taslağının orta kısmına gelir.

➜ Yumurtalığın dişicik borusuna açıldığı kanala **mikropil** denir.

➜ Mikropilin karşı kutbuna yerleşmiş olan üç çekirdek **antipot çekirdek,** mikropilin olduğu taraftaki üç çekirdekten ortadaki **yumurta,** yumurtanın iki yanındaki çekirdekler ise **sinerjit çekirdek** adını alır.

➜ Tohum taslağının ortasına gelen iki çekirdek **polar çekirdeği (n + n)** oluşturur.

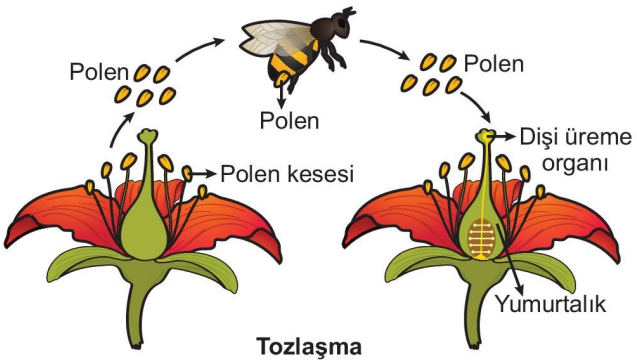
➜ Döllenmeye hazır hale gelmiş sekiz çekirdekli tohum taslağına **embriyo kesesi** denir.




**Embriyo kesesi oluşumu**

## Tozlaşma

➜ Erkek organda oluşan polenlerin su, rüzgâr, böcekler, kuşlar, yarasalar gibi etkenlerle dişi organın tepecik kısmına taşınmasına **tozlaşma** denir.




**Tozlaşma**

➜ İnsan eliyle yapılan tozlaşmaya **sunî tozlaşma** adı verilir.

➜ Rüzgârla tozlaşan bitkilerde polenler çok sayıda, hafif ve küçüktür.

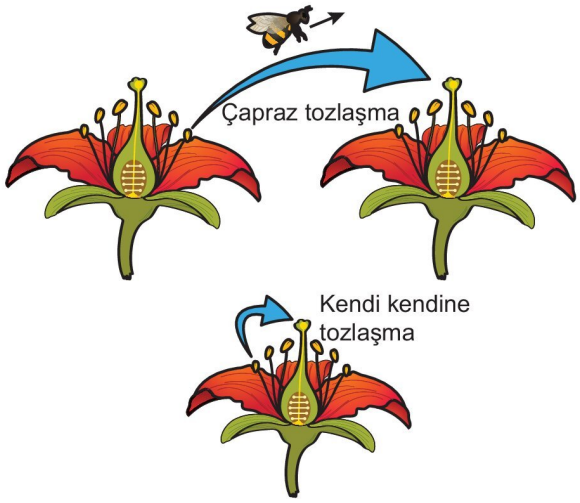
➜ Suyla tozlaşan bitkilerde polenlerin suya batmasını önleyen hava boşlukları bulunur.

➜ Hayvanlar aracılığıyla tozlaşan bitkilerde çiçekler gösterişli, parlak ve güzel kokulu olup yine güzel kokulu ve tatlı salgılar üretirler. Polenler de pürüzlü, çıkıntılı ve ağırdır.

➜ Tozlaşma kendi kendine veya çapraz olarak gerçekleşebilir.

- Bir çiçeğin dişi organına aynı çiçekten ya da aynı bitkinin başka bir çiçeğinden polenlerin taşınmasına **kendi kendine tozlaşma** denir.
- Bir çiçeğin dişi organına aynı türden başka bir bitkinin çiçeğinden polenlerin taşınmasına ise **çapraz tozlaşma** denir.

3D YAYINLARI

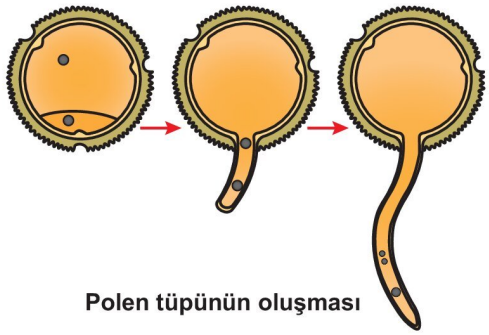



**NOT**

Bitkiler genellikle kendi kendine tozlaşmayı engelleyici adaptasyonlara sahiptir. Çünkü çapraz tozlaşma iki farklı birey arasında gerçekleştiğinden genetik çeşitliliği kendi kendine tozlaşmaya oranla daha fazla artırır.

### Döllenme

- Dişi organın tepeceğine taşınan polen nemli ve yapışkan olan tepeciğin üzerinde su alarak çimlenir.
- Polenin yapısındaki vejetatif hücre dişicik borusuna doğru uzanır ve polen tüpünü oluşturur.

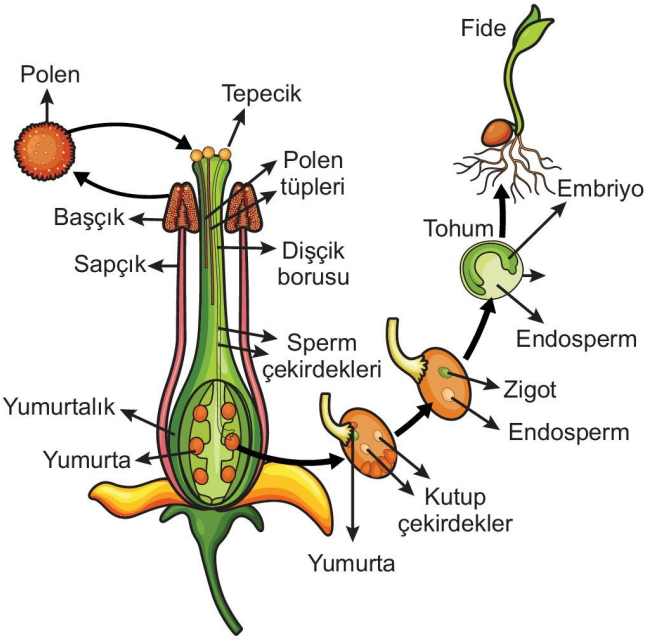


**Polen tüpünün oluşması**

- Generatif hücre polen tüpünde ilerlemeye başlar ve mitoz geçirerek iki tane sperm oluşturur.
- Polen tüpü tohum taslağının mikropil kısmına ulaştığında ucu erir.
- Spermler mikropilden yumurtalığa girer.
- Spermlerden biri yumurtayı döller ve 2n kromozomlu zigot oluşur (1. döllenme).
- Diğer sperm ise embriyo kesesinin ortasındaki polar çekirdekler ile birleşir ve 3n kromozomlu triploit çekirdeği oluşturur (2. döllenme).
- Zigot mitoz geçirerek embriyoyu, triploit çekirdek ise mitoz geçirerek endospermi (besi doku) oluşturur.
- **Endosperm** tohumda besin depo eden yapıdır.
- Embriyo kesesine ulaşan iki spermin farklı çekirdeklerle birleşmesine **çift döllenme** denir.

Sperm (n) + Yumurta (n) —1. döllenme→ Zigot (2n) —Mitoz→ Embriyo (2n)

Sperm (n) + Polar çekirdek (n + n) —2. döllenme→ Triploit çekirdek (3n) —Mitoz→ Endosperm (3n)




**Çiçekli bitkide gerçekleşen üreme**

**MERAKLISINA**

Açık tohumlu bitkilerin embriyo kesesinde polar çekirdekler körelmiş olduğundan tek döllenme gerçekleşir ve döllenme ile zigot oluşur. Endosperm haploit olup sperm çekirdeğinden gelişir.

**MERAKLISINA**

Embriyo kesesindeki sinerjitlerin özel kimyasallar salgılayarak polen tüpünü mikropile yönlendirdiği, antipotların ise embriyo kesesinin beslenmesini sağladığı düşünülmektedir. İşlevini tamamladıktan sonra antipotlar ve sinerjitler eriyerek kaybolur.

**NOT**

Bitkilerde mayoz sonucu oluşan hücrelerin döllenme yeteneği yoktur ve bu hücrelerin mutlaka mitoz geçirerek gelişimlerini tamamlaması gerekir.

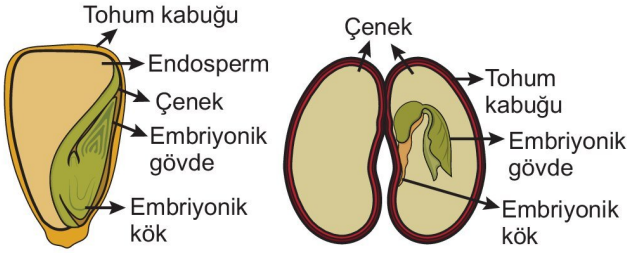
### Tohum Oluşumu

- Döllenmeden sonra tohum taslağının farklılaşması ile oluşan, bitkilerin üremesini ve yayılmasını sağlayan yapıya **tohum** denir.
- Olgun bir tohum dıştan içe doğru tohum kabuğu, endosperm ve embriyodan oluşur.
  - **Tohum kabuğu** tohum taslağındaki bazı hücrelerin gelişmesiyle oluşur ve tohumu korur. Genetik yapısı dişi bitki ile aynıdır.

3D YAYINLARI

- **Endosperm** besin depolar ve embriyoya besin sağlar. Genetik olarak spermden ve polar çekirdeklerden aktarılan genlere sahiptir.
- **Embriyo** döllenmeden sonra oluşan zigottan mitozla gelişir. Yapısında e**mbriyonik kök, embriyonik gövde ve çenekler** vardır. Genetik olarak spermden ve yumurtadan gelen genlere sahiptir.
- Embriyoyu çevreleyen etli kısma **çenek** adı verilir. Çenekler endospermden besini emerek embriyoya aktarır.
- Bazı çift çenekli bitkilerin tohumları (fasülye gibi) endosperm içermez. Çünkü tohumun gelişmesi sırasında endospermdeki besinler çeneklere aktarılır ve çimlenme sırasında gerekli besinler çeneklerden sağlanır.

➜ Kapalı tohumlu bitkilerden tohum taslağında bir çenek bulunduranlara **tek çenekli**, iki çenek bulunduranlara **çift çenekli** denir.




**Tek çenekli bitki tohumu** **Çift çenekli bitki tohumu**

## Meyve Oluşumu

➜ Döllenmeden sonra tohum taslağının gelişimi ile **tohum**, yumurtalığın gelişimi ile **meyve** oluşur.

➜ Meyve tohumu korur, tohumların yayılmasını sağlar ve canlılar için besin olarak kullanılır.

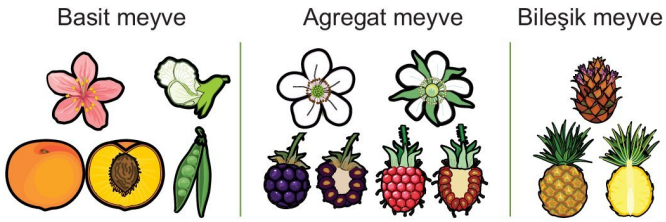
**NOT**

Döllenme olmuş ise yumurtalık gelişirken çiçeğin diğer kısımları dökülür ve meyve oluşur. Ancak döllenme olmamış ise çiçeğin tüm kısımları dökülür ve meyve oluşmaz.

➜ Tek bir çiçeğe ait tek bir yumurtalığın gelişimi ile oluşan meyveye **basit meyve** denir. Şeftali, üzüm, limon gibi meyveler basit meyvedir.

➜ Bir çiçeğe ait birbirinden ayrı çok sayıda yumurtalığın bir bütün şeklinde gelişmesiyle oluşan meyveye **küme meyve (agregat)** denir. Böğürtlen, çilek, dut gibi meyveler küme meyvedir.

➜ Bir çiçek sapına bağlı çok sayıda çiçeğin yumurtalıklarının bir bütün şeklinde gelişmesiyle oluşan meyveye **bileşik meyve** denir. Ananas bileşik meyveye örnektir.




**Meyve örnekleri**

**NOT**

Meyve ve tohumlar rüzgâr, su, hayvan ve insanlar aracılığı ile yayılır. Rüzgârla yayılan tohumlar hafif olup kanatsı çıkıntılara sahiptir. Su ile yayılan tohumların suya batmaması için yapısında hava boşlukları vardır. Hayvanların kürklerine veya tüylerine tutunarak taşınan meyveler tüylü, dikensi, yapışkan ve çıkıntılı yüzeylere sahiptir. Karınca, sincap gibi hayvanlar meyve ve tohumları toprak altına taşıyarak yayar. Bazı meyvelerin tohumları onu tüketen hayvanın sindirim sisteminde sindirilmez ve dışkıyla uzaklara taşınabilir.

## Dormansi

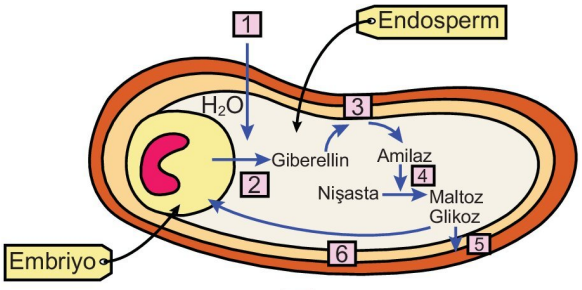
➜ Uygun olmayan koşullarda (su miktarının yetersiz olması, sıcaklığın uygun olmaması, oksijen yetersizliği ve bazı tohumlar için ışık olmaması) tohumun çimlenmeden uyku halinde kalmasına **dormansi** denir.

➜ Dormansi durumundaki tohumlarda su oranı %15'in altında olduğundan enzimsel aktivite engellenir ve embriyo gelişimi durdurulur.

➜ Tohumun dormansiye geçmesini ve devam etmesini sağlayan hormon absisik asittir.

➜ Dormansinin süresi tohum kabuğunun kalınlığına, tohumda depolanan besinin çeşidine ve miktarına bağlı olarak değişir.

➜ Ortam koşulları uygun hale geldiğinde absisik asit azalır, giberellin artar ve tohum dormansiden çıkarak çimlenir.




1 Su emiimi
2 Embriyo tarafından sentezlenen giberellin artışı
3 Giberellinlerin etkisi ile amilaz sentezinin uyarılması
4 Amilazın nişastayı hidrolize uğratması
5 Maltoz ve glikoz oluşumu
6 Embriyonun metabolizma hızının artması

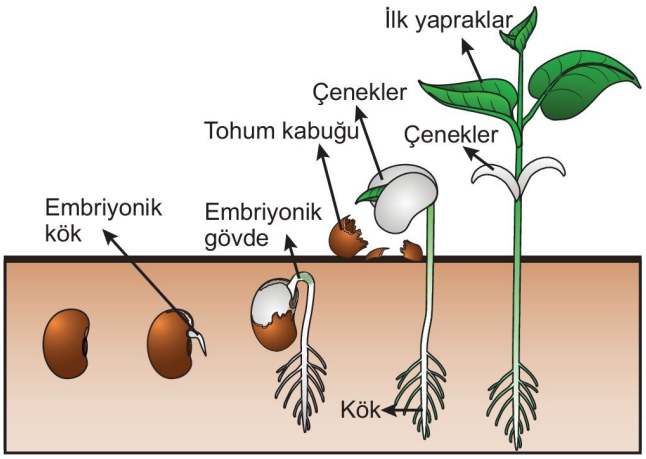
**Çimlenme sırasında gerçekleşen olaylar**

➜ Dormansinin kırılması için bazı tohumların suya, bazılarının uzun bir süre soğuk ortamda kalmaya, bazılarının tohum kabuğunun kırılmasına, bazılarının karanlığa, bazılarının ise ışığa ihtiyacı olabilir.

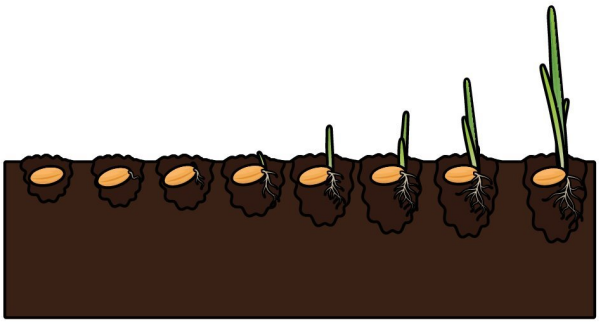
3D YAYINLARI

## Çimlenme

- Tohumdaki embriyonun yeni bitkiyi oluşturmak üzere büyüyüp gelişmesine **çimlenme** denir.
- Çimlenme için ortamda yeterli miktarda $O_2$, su veya nem bulunması ve ortamın uygun sıcaklıkta olması gerekir (marul gibi bitkilerin tohumlarının çimlenmesi için ışık da gereklidir).
- Uygun koşullarda tohum ortamdan su alır, hacmi artar ve tohum kabuğu çatlar.
- Tohumdaki su oranının artması enzimsel aktiviteyi hızlandırır. Aktive olan hidroliz enzimleri çenek ve endospermdeki depo besinleri hidroliz eder. Besin monomerleri de embriyonik hücrelerin bölünmesi ve gelişmesi için gerekli enerjiyi sağlar.
- Mitozla çoğalan hücreler farklılaşarak embriyonik kökü ve embriyonik gövdeyi oluşturur.
- Tohum kabuğundan önce embriyonik kök çıkarak toprakta yer çekimine doğru büyür ve kök oluşur.




**Tohum çimlenme**



**Buğday tohumunun çimlenmesi**

- Tohumların çimlenmesi üzerinde genetik ve çevresel faktörler etkilidir. En önemli çevresel faktörler su, sıcaklık ve oksijendir.
  - Su enzimlerin aktivasyonu, hidroliz reaksiyonları ve tohum kabuğunun kırılması için gereklidir.
  - Sıcaklık enzimlerin çalışması ve tohumun su alması için uygun olmalıdır.
  - Çimlenme ortamındaki su oranının çok fazla olması tohumun ortamdan oksijen almasını engellediğinden çimlenmeyi olumsuz etkiler.

**NOT**

Çimlenmekte olan tohumlar fotosentez yapmaz. Gerekli besin endospermden ve çeneklerden karşılanır. Bu nedenle çimlenme sürecinde tohumdaki embriyo büyüyüp ağırlığı artarken endosperm ve çeneklerdeki besin miktarı azalır.

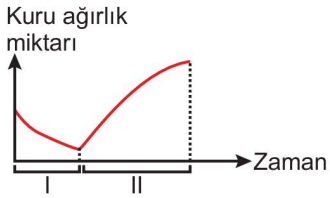
**MERAKLISINA**

Çimlenme sırasında çenekler bazı bitkilerde toprak üzerine çıkarken bazı bitkilerde toprağın içinde kalır. Genellikle tek çenekli bitkilerde ve bezelye gibi bazı çift çenekli birkilerde çenekler toprak altında kalırken çoğu çift çenekli bitkide çenekler toprak üstüne çıkar.

**Bezelye tohumunun çimlenmesi**

**ETKİNLİK 10**

Aşağıdaki grafik çimlenmekte olan bir tohumun çimlenme sürecinde ve çimlenmesini tamamlayarak yeni bir bitkiyi oluşturma sürecinde kuru ağırlık değişimini göstermektedir.




**Buna göre I. ve II. zaman aralıklarında;**

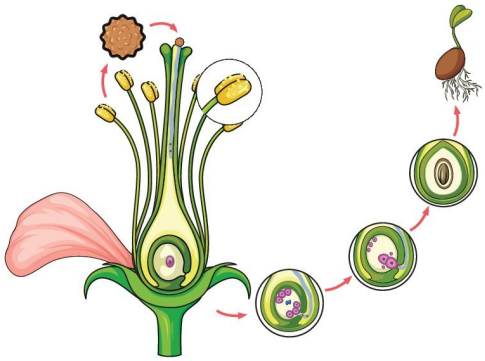
1. mitoz,
2. fotosentez,
3. solunum,
4. hidroliz

**olaylarından hangilerinin ortak olarak gerçekleşebileceğini belirleyiniz.**

3D YAYINLARI

## ETKİNLİK 11

Aşağıdaki görselde kapalı tohumlu bir bitkinin üremesi sırasında gerçekleşen bazı olaylar gösterilmiştir.



**Buna göre, görseldeki olaylar ile ilgili olarak verilen ifadelerden doğru olanların karşısındaki kutucuğu "✔" işareti ile doldurunuz.**

- Polenler mayoz bölünme ile başçıkta oluşur. ☐
- Polenin stigmaya taşınması tozlaşmadır. ☐
- Sperm çekirdekleri erkek organda mitozla oluşur. ☐
- Yumurta ve polar çekirdekler döllenmeye katıldığından bu bitkide çift döllenme gerçekleşmiştir. ☐
- Tohumun yeni bir bitkiye dönüşümü sırasında endospermdeki besin miktarı sürekli artar. ☐

## ETKİNLİK 12

**Çiçekli bir bitkide erkek organda polenlerin oluşması ve dişi organa taşınarak döllenmeye katılması sürecinde;**

I. mikrospor ana hücresinin mayoz geçirmesi,

II. mikrosporun mitoz geçirmesi,

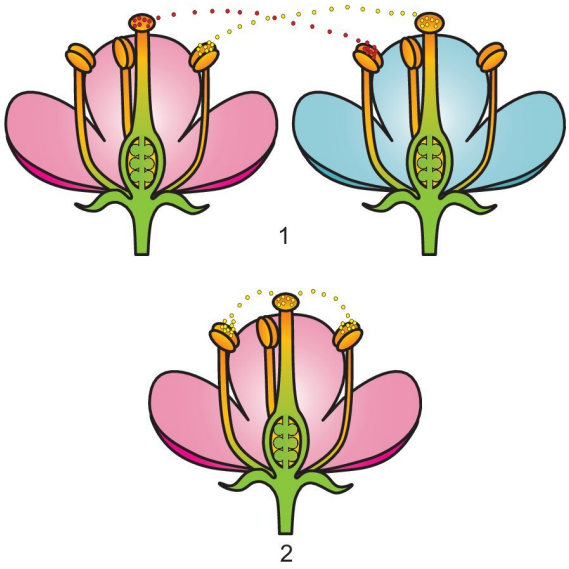
III. generatif hücrenin mitoz geçirmesi,

IV. vejetatif hücrenin polen tüpünü oluşturmaya başlaması

**olaylarının hangi sırayla gerçekleşmesi gerektiği belirleyiniz.**

## BECERİ TEMELLİ SORU 7

Aşağıdaki görsellerde aynı bitki türünde gerçekleşen iki farklı tozlaşma gösterilmiştir.



1

2

**1. ve 2. görseldeki pembe çiçekli bitkilerin taç yaprağındaki hücrelerin belirli bir özellik bakımından genotipinin Aa, 1. görseldeki mavi çiçekli bitkinin ise ilgili özellik bakımından genotipinin aa olduğu bilindiğine göre,**

I. 1. görseldeki olay çapraz tozlaşma olup pembe çiçekli bitkiden mavi çiçekli bitkiye taşınan polendeki genenatif çekirdek "a" genotipinde ise, bu bitkide gerçekleşen döllenmeler sonucu oluşan zigot aa, triploit hücre ise aaa genotipinde olur.

II. 2. görseldeki olay kendi kendine tozlaşma olup taşınan polenin generatif çekirdeği, vejetatif çekirdeği ve dişi organda oluşan yumurta "A" genotipinde olabilir.

III. Verilen kalıtsal özellik bakımından 1. tozlaşma ve ardından gerçekleşen döllenme sonucu en fazla iki çeşit; 2. tozlaşma ve ardından gerçekleşen döllenme sonucu en fazla üç çeşit genotipte zigot oluşabilir.

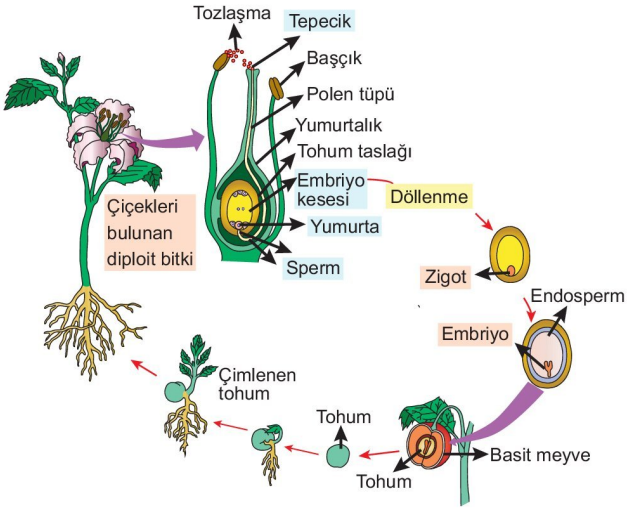
**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

## BECERİ TEMELLİ SORU 8

Aşağıdaki görselde çiçekli bir bitkinin üreme döngüsü verilmiştir.




**Bu döngüde gerçekleşen olaylar ile ilgili seçeneklerdeki ifadelerden hangisi yanlıştır?**

A) Çiçek yapısı gösterilmiş olan bitki monoiktir.

B) Polen tüpü dişi organda oluşur.

C) Tohumdaki embriyonik hücreler diploit, endosperm hücreleri triploittir.

D) Döllenmeden sonra tohum taslağından tohum, yumurtalıktan meyve gelişir.

E) Çimlenme sırasında embriyonik kök gelişimi sürgün gelişiminden önce başlar.

## BİRE BİR ÖSYM 10

**Çiçekli bir bitkinin eşeyli üreme döngüsü sırasında gerçekleşen;**

I. çift döllenme olayı,

II. megaspordan yumurta oluşumu,

III. mikrospor ana hücresinden mikrosporların oluşumu

**olaylarından hangilerinin normal koşullarda oluşan yavrular arasında genetik çeşitliliğe katkısı yoktur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 11

**Genel olarak bir bitki tohumunun çimlenmesi için;**

I. su veya nem,

II. uygun sıcaklık,

III. karbondioksit

**verilenlerden hangileri gereklidir?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 12

**Tohumlu bir bitkinin çiçeğindeki dişi ve erkek üreme organlarındaki;**

I. anter,

II. filament,

III. ovaryum,

IV. tepecik

**yapılarından hangilerinde hem mayoz hem de mitoz gerçekleşebilir?**

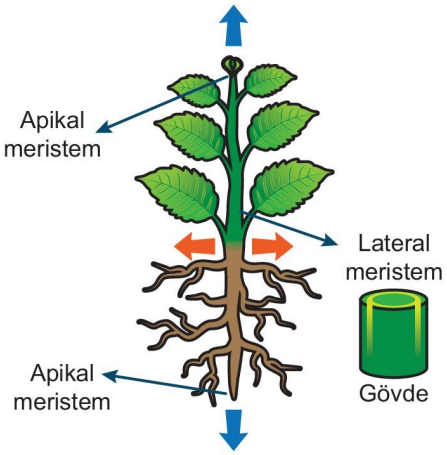
A) I ve III B) II ve IV C) I, II ve III

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

| BİRE BİR ÖSYM SORULARI | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. D | 2. B | 3. C | 4. C | 5. D | 6. E | 7. B | 8. E | 9. D |
| 10. B | 11. B | 12. A | | | | | | |
| **BECERİ TEMELLİ SORULAR** | | | | | | | | |
| 1. C | 2. E | 3. B | 4. E | 5. A | 6. B | 7. E | 8. A | |

3D YAYINLARI

**1.** Aşağıdaki görselde meristematik doku çeşitleri gösterilmiştir.




**Buna göre verilen meristem doku çeşitlerinde;**

I. primer ve sekonder büyümeyi sağlama,

II. tüm bitki çeşitlerinde bulunma,

III. mitozla yeni hücreler oluşturma

**özelliklerinden hangileri ortaktır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

**2.** **Bir bitkinin yan köklerin oluşumunu sağlayan yapı aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Perisikl B) Korteks C) Endodermis

D) Epidermis E) Floem

**3.** **Otsu bir bitkinin gövdesinde aşağıdakilerden hangisi <u>bulunmaz</u>?**

A) Yanal tomurcuk B) Tepe tomurcuğu

C) Nodyum D) Kaliptra

E) İnternodyum

**4.** **Bitkilerdeki kollenkima ve sklerenkima dokularının özellikleri ile ilgili aşağıdakilerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Kollenkima bitkinin uzaması devam eden genç kısımlarında, sklerenkima ise uzamanın durduğu kısımlarda desteklik sağlar.

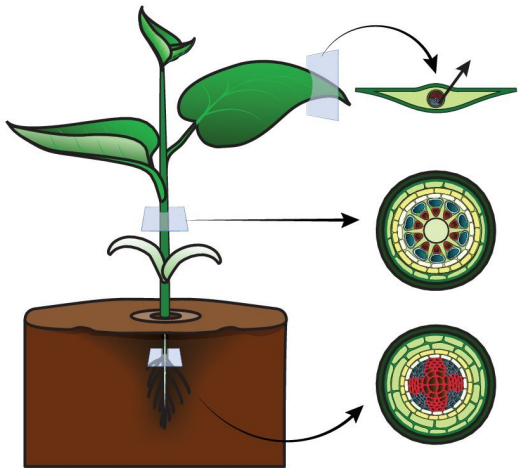
B) İşlevsel olgunluğu ulaşmış kollenkima hücreleri canlı iken sklerenkima hücreleri ölüdür.

C) Kollenkima bulunduğu bitki kısmına esneme ve bükülebilme özelliği kazandırırken sklerenkima sertlik verir.

D) Kollenkima hücrelerinin çeperlerinde selüloza ek olarak pektin, sklerenkima hücrelerinin çeperlerinde ise lignin birikimi yoğundur.

E) Kollenkima bitkinin her organında bulunurken sklerenkima sadece bazı organlarda bulunur.

**5.** Aşağıdaki görselde bir bitkinin kök, gövde ve yaprağındaki iletim demetlerinin düzeni gösterilmiştir.



**Buna göre verilen bitki için,**

I. Çift çeneklidir.

II. Kök enine kesitinde öz bölgesi bulunmazken gövde enine kesitinde öz bölgesi vardır.

III. Vasküler kambiyum bulundurduğundan kapalı demetlidir.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

3D YAYINLARI

1.C 2.A 3.D 4.E 5.D 6.B 7.A 8.C 9.E 10.B

**6. Çok yıllık bir bitkideki parankimatik hücreler aşağıdaki olaylardan hangisini kesinlikle gerçekleştiremez?**

A) Suyun fotolizi sonucu $O_2$ üretme

B) Kütin salgılayarak kütikula tabakasını oluşturma

C) Hormonların etkisi ile sekonder meristeme dönüşme

D) Karbondioksit özümlemesi yapma

E) Besin ve su depolama

**7. Karasal hayata adapte olmuş bir bitki türünde epidermisin farklılaşması ile meydana gelen yapılar ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**

A) Kütikula tabakası kök hariç bitkinin tüm dış yüzeyini sararak su kaybını engeller.

B) Stomalar bitkinin gaz alışverişini sağlar.

C) Kökteki emici tüyler topraktan su ve minerallerin alınmasında görevlidir.

D) Hidatotlar ksilem ile bağlantılı yapılar olup damlama ile su ve mineral atabilir.

E) Örtü tüyleri epidermis yüzeyindeki terlemeyi azaltır.

**8. Peridermis ile ilgili,**

I. Odunsu bitkilerin kök ve gövdelerinde kalınlaşma sırasında parçalanan epidermisin yerini alır.

II. Mantar doku ve mantar kambiyumundan oluşur.

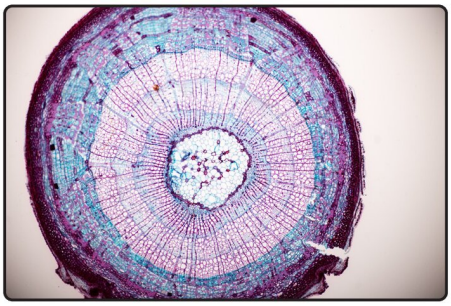
III. Canlı hücre içermez.

**ifadelerinden hangileri yanlıştır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

**9.** Aşağıdaki görselde bir ağacın gövde enine kesitindeki yaş halkaları verilmiştir.



**Buna göre,**

I. Kesitin alındığı gövde kısmı üç yaşındadır.

II. Açık renkli görülen halkalar ilkbahar, koyu renkli görünen halkalar sonbahar halkasıdır.

III. Verilen yaş halkaları vasküler kambiyum faaliyeti ile oluşturulmuştur.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**10. Çift çenekli bir bitkide gövdenin sekonder büyümesi sırasında oluşan;**

I. primer ksilem

II. sekonder ksilem

III. primer floem

IV. sekonder floem

**yapılarından hangileri vasküler kambiyum tarafından oluşturulur?**

A) I ve III B) II ve IV C) I, II ve III

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

3D YAYINLARI

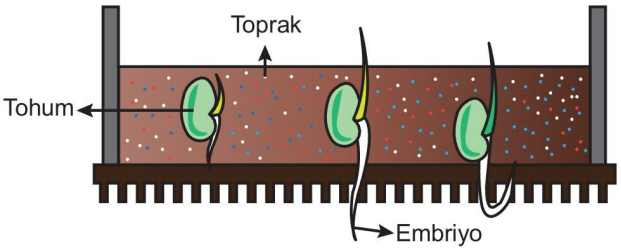
**1.** Bitkilerde sentezlenen bir hormonun bazı özellikleri şunlardır:

- Kuraklık stresine karşı sentezlenir.
- Büyümeyi engeller.
- Tomurcukların ve tohumların uyku halini başlatır ve devam ettirir.
- Stomaların kapanmasını sağlayarak terlemeyi azaltır.

**Buna göre, ilgili hormon aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Oksin B) Sitokinin C) Giberellin
D) Absisik asit E) Etilen

**2.** Bitki tohumu ile yapılan aşağıdaki deneyde tohum delikli ızgara tel ile alt yüzeyi kapatılmış düzeneğe toprak doldurularak şekildeki gibi yerleştirilmiş ve düzenek sadece üst taraftan su verilecek şekilde sabitlenmiştir.




Deney süresince takip edilen tohumda oluşan embriyonik kökün önce yer çekimine doğru, bir süre sonra ise yer çekiminin tersine doğru yöneldiği belirlenmiştir.

**Buna göre,**

I. Embriyonik kökün yer çekimine doğru yapmış olduğu hareket pozitif geotropizma, suya doğru yapmış olduğu hareket pozitif hidrotropizmadır.

II. Embriyonun yer çekimine değil de suya doğru yönelmesi, ihtiyaç duyulan maddelerin karşılanmasının da harekette etkili olduğunu gösterir.

III. Her iki hareket çeşidinde de oksin hormonunun asimetrik dağılımı etkili olmuştur.

**yorumlarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

**3. Nasti hareketi ile ilgili,**

I. Uyaranın yönü önemli değildir.

II. Turgor basıncı değişimleri ile gerçekleşir.

III. Pozitif ve negatif çeşitleri vardır.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

**4. Bitkilerdeki;**

I. fototropizma,

II. termonasti,

III. geotropizma

**hareketlerinden hangileri turgor basıncı değişimleri etkisi ile gerçekleşir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

**5.** Biyoloji dersinde bitkisel hormonların etkilerini ve görevlerini öğrenen Gülnihal, marketten aldığı henüz olgunlaşmamış domateslerin bulunduğu poşete iki tane olgun elma yerleştirerek poşeti sıkıca kapatıp birkaç gün beklediğinde tüm domateslerin olgunlaştığını, elmaların ise çürümeye başladığını gözlemlemiştir.

**Domateslerin olgunlaşmasını sağlayan hormon ile ilgili Gülnihal'ın yaptığı,**

I. Etilen hormonudur.

II. Gaz halinde olduğundan bulunduğu ortamda yayılarak domatesleri olgunlaştırmıştır.

III. Üretimi devam ettiğinden elmaların çürümesine neden olmuştur.

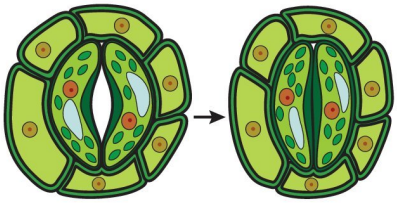
**yorumlardan hangileri doğrudur?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI

1.D 2.E 3.B 4.B 5.E 6.D 7.E 8.A 9.C 10.D

**6.** Aşağıdaki şekilde stomaların iki farklı durumu gösterilmiştir.



I. durum II. durum

**Buna göre, stomaların I. durumdan II. duruma geçmesine bekçi hücrelerdeki;**

I. $K^+$ iyonu derişimi,

II. depo nişasta miktarı,

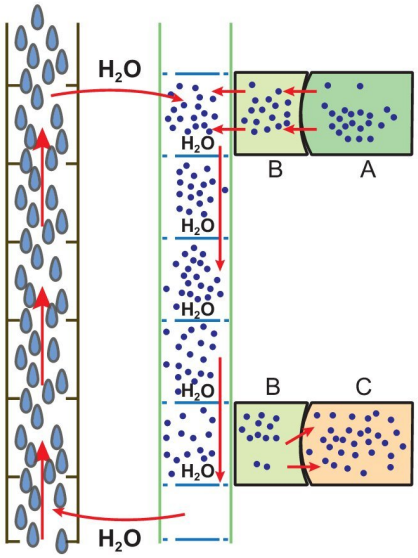
III. $H^+$ miktarı

**verilenlerden hangilerinin artması neden olmuş olabilir?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**7.** Aşağıdaki görselde floemde organik besinlerin basınç akış teorisine göre taşınması gösterilmiştir.




**Verilen olay ve harflerle gösterilen hücreler için,**

I. A kaynak hücre, B arkadaş hücre, C havuz hücredir.

II. Kalburlu borulardaki organik besin miktarının artışı osmotik basıncın artışına ve ksilemden floeme su geçişine neden olur.

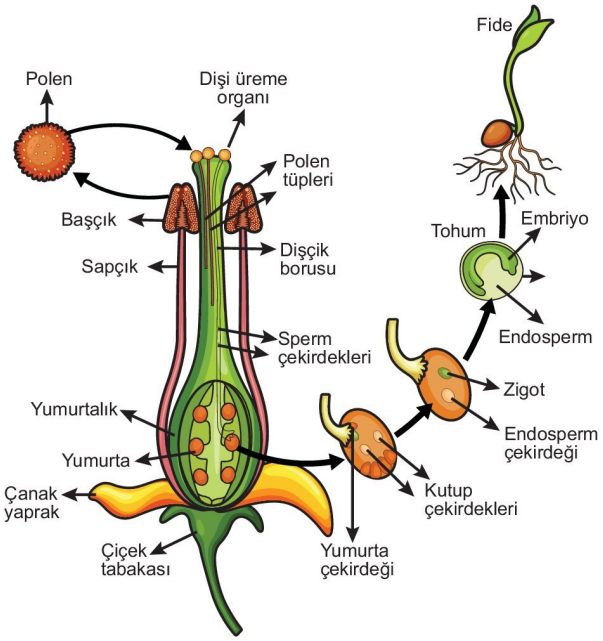
III. Floemdeki sulu çözelti sıvı basıncının yüksek olduğu yerden düşük olduğu bölgeye doğru akar.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**8.** Aşağıdaki görselde çiçekli bir bitkinin çoğalması sırasında gerçekleşen bazı olaylar özetlenmiştir.




**Buna göre, seçeneklerdeki ifadelerden hangisi <u>yanlıştır</u>?**

A) Kendi kendine tozlaşma nedeni ile oluşan yeni bitkinin ana bitki ile genetik yapısı aynıdır.

B) Sperm çekirdekleri dişi organda oluşmuştur.

C) Çift döllenme gerçekleşmiştir.

D) Zigotun embriyoya dönüşümü sırasında mitoz gerçekleşmiştir.

E) Zigot ile triploit hücrenin gen çeşidi sayısı aynıdır.

**9.** **Eşeyli üreyen çift çenekli bir bitkide meyve oluşumu için aşağıdaki olaylardan hangisinin gerçekleşmesi zorunlu <u>değildir</u>?**

A) Polen oluşumu B) Yumurta oluşumu

C) Çapraz tozlaşma D) Çift döllenme

E) Tohum oluşumu

**10.** **Çimlenme için aşağıdaki faktörlerden hangisine hiçbir bitki tohumunun ihtiyacı <u>yoktur</u>?**

A) Su B) Uygun sıcaklık C) Işık

D) Karbondioksit E) Oksijen

3D YAYINLARI

## CANLILAR VE ÇEVRE

- Canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürdükleri, canlı ve cansız faktörlerden oluşan yapıya **çevre**; canlıların birbirleriyle ve çevreleriyle olan etkileşimi inceleyen bilim dalına ise **ekoloji** denir.
- Belirli bir bölgede yaşayan canlıları ve bu canlıların etkileşim halinde olduğu cansız çevreyi içeren, kendi kendine yeterli olan doğa parçasına **ekosistem** adı verilir.
- Ekosistemin biyotik (canlı) faktörleri üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılar; abiyotik (cansız) faktörleri ise sıcaklık, pH, iklim, ışık, su, mineral gibi maddelerdir.

**NOT**

Türkiye'de tür çeşitliliğinin bol olması, çevresel ortamların zenginliğinden kaynaklanır.

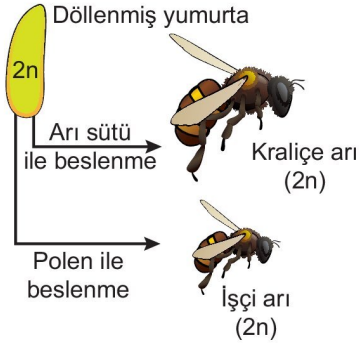
- Hızlı nüfus artışı, çevre kirliliklerinin artışı, aşırı tüketim, fosil yakıt kullanımı, sanayileşme gibi olaylar çevresel bozulmalara ve bu durum da canlılarda kitlesel ölümlere, doğal yaşam alanlarının bozulmasına ve sürdürülebilirliğin tehlikeye girmesine neden olmaktadır.

### Çevre Şartlarının Genetik Değişimlerin Sürekliliğine Etkisi

- Aynı tür bireylerin sahip olduğu farklılıklara **varyasyon** denir.
- Eşeyli üreme, çevresel faktörler, mutasyonlar varyasyonlara neden olabilir.

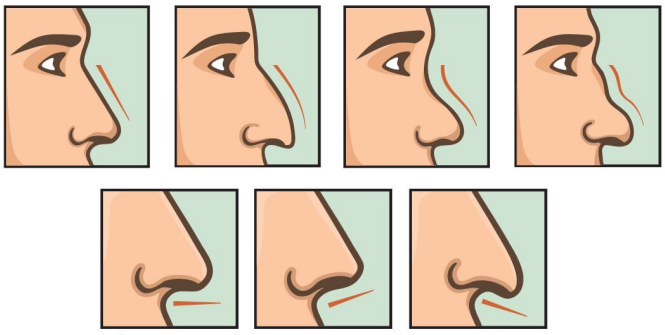
**Bir köpek türünde varyasyon**

- Bazı varyasyonlar kalıtsal değildir ve sadece o bireyi etkiler, yeni nesillere aktarılmaz. Sıcaklık, kimyasallar, ışık, besin gibi faktörler kalıtsal olmayan varyasyonlara neden olabilir. Örneğin bal arılarında döllenmiş yumurtalardaki dişi larvaların arı sütü ile beslenenin kraliçe, polen ile beslenenin işçi olarak gelişmesi besin etkisi ile meydana gelen ve kalıtsal olmayan varyasyondur.




**Bal arılarında kalıtsal olmayan varyasyon**

- Bazı varyasyonlar kalıtsal olup mayoz, döllenme, mutasyon gibi nedenlerle oluşabilir ve yeni nesillere aktarılır. Kan grubu, göz rengi,saç rengi,saç şekli,burun şekli gibi özellikler kalıtsal varyasyondur.

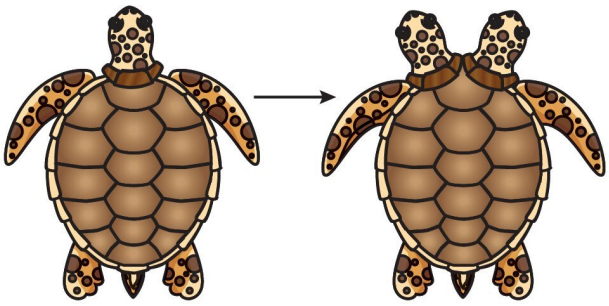


**İnsanlardaki bazı kalıtsal varyasyonlar**

- Eşeyli üreyen canlılarda;
  - gametlerin mayoz ile oluşması,
  - mayoz sırasında gerçekleşen krossing over olayı ve homolog kromozomların rastgele ayrılması,
  - mayozda krossing over gerçekleşmiş ise kardeş kromatitlerin ayrılması,
  - farklı genetik özellikteki yumurta ve spermin döllenme ile birleşmesi,
  - hangi yumurtanın hangi sperm tarafından dölleneceğinin şansa bağlı olarak gerçekleşmesi

olayları kalıtsal varyasyonlara neden olur.

- Çevresel faktörlerin etkisi ile DNA'nın nükteotit diziliminde meydana gelen değişimlere **mutasyon** denir. X ışınları, UV ışınları, virüsler, kimyasallar ve radyoaktif maddeler gibi mutasyona sebep olan etmenlere **mutajen** denir.



**Kaplumbağada mutasyon**

**Kurbağada mutasyon**

- Canlıda olumlu ya da olumsuz etkisi olmayan mutasyonlara **nötr mutasyon**, canlının uyum yeteneğini artıran mutasyonlara **yaralı mutasyon** denir. **Zararlı mutasyonlar** ise canlının hastalanmasına ya da ölmesine neden olabilir.
- Tüm canlılarda mutasyonlar varyasyonlara neden olabilir.
- Vücut hücrelerinde (somatik hücre) oluşan mutasyonlar mitozla yeni hücrelere aktarılabilir. Ayrıca eşeysiz üreyen canlılarda vücut hücresi mutasyonları yeni nesillere aktarıldığından kalıtsal olabilir.
- Eşeyli üreyen canlılarda vücut hücresi mutasyonları kalıtsal değildir.Bu canlılarda üreme ana hücrelerinde ya da üreme hücrelerinde görülen mutasyonlar, bu üreme hücrelerinin döllenmeye katılması ile yeni nesillere aktarılır ve kalıtsal nitelik taşır.
- Bir popülasyondaki tüm bireylerin genotiplerinin tamamı o popülasyonun **gen havuzu**nu oluşturur. Mutasyonlar gen havuzundaki çeşitliliği ve değişimi artırır.
- Mikroorganizmalar hızlı ürediğinden mutasyonların etkileri bu canlılarda kolaylıkla incelenebilir.
- İnsanlardaki mutasyonlar sadece soyağacı analizi yapılarak tespit edilir. Çünkü insanlar üzerinde deneyler yapmak biyoetik açıdan uygun değildir.

- Virüsler mikroorganizmalara göre daha fazla kalıtsal varyasyonlara maruz kalırlar. Hızlı mutasyon geçirmeleri virüsler ile mücadeleyi zorlaştırır, ilaçlara direnç geliştirmelerine neden olabilir. Her yıl grip aşısının tekrarlanmasının nedeni grip virüsünün sık mutasyona uğramasıdır.
- Bir canlının doğal yaşam alanında hayatta kalma ve üreyebilme şansını artıran kalıtsal özelliklerin tümüne **adaptasyon** denir.
- Adaptasyonlar yapısal, davranışsal, korunma ve taklit etme şeklinde olabilir.
  - Kurak ortam bitkilerinin kütikula tabakasının kalın olması, yaprak ayasının küçük olması, stomaların yaprağın alt yüzeyinde ve az sayıda olması, develerin hörgüçlerinde yağ depolaması, ekvator bölgesinde yaşayan sıcakkanlı hayvanların vücut çıkıntılarının büyük olması gibi adaptasyonlar yapısaldır.

**Çöl tilkisinde yapısal adaptasyon**

  - İklim ve ortam koşullarının hayvanlarda besin bulma şansını azaltması sebebiyle bazı hayvanların göç etmesi, bazı hayvanların kış uykusuna yatması davranışsal adaptasyonlarıdır.

**Göçmen kuşlarda davranışsal adaptasyon**

  - Gül, iğde, kuşburnu gibi bitkilerin dallarında dikenlerin olması, bazı hayvanların ortama uygun renk ve desenlere sahip olması korunma adaptasyonlarıdır.

**Bir kelebek türünde korunma adaptasyonu**

3D YAYINLARI

- Zehirli yaban arıları ile aynı ortamda yaşayan ve zehirsiz olan arı sineklerinin renk ve desenlerinin zehirli yaban arılarındakine benzemesi, bazı kelebek türlerinin kanatlarında yırtıcı kuşların gözlerine benzeyen ürkütücü desenlerin bulunması taklit etme adaptasyonlarıdır.

**Bir kelebek türünde taklit etme adaptasyonu**

➜ Bir popülasyonu oluşturan bireyler doğadaki kaynaklar için sürekli rekabet halindedir. Popülasyonu oluşturan bireylerin kalıtsal varyasyonlar nedeni ile rekabet güçleri aynı değildir.

➜ Belirli kalıtsal özelliklere sahip bireylerin bu özellikleri sayesinde diğer bireylere göre yaşama ve üreme şanslarının daha yüksek olması durumuna **doğal seçilim** denir.

**Shorts 31**

**Galapagos adalarındaki ispinoz kuşlarını inceleyip, doğal seçilim kavramını ortaya çıkaran Charles Darwin kimdir ?**

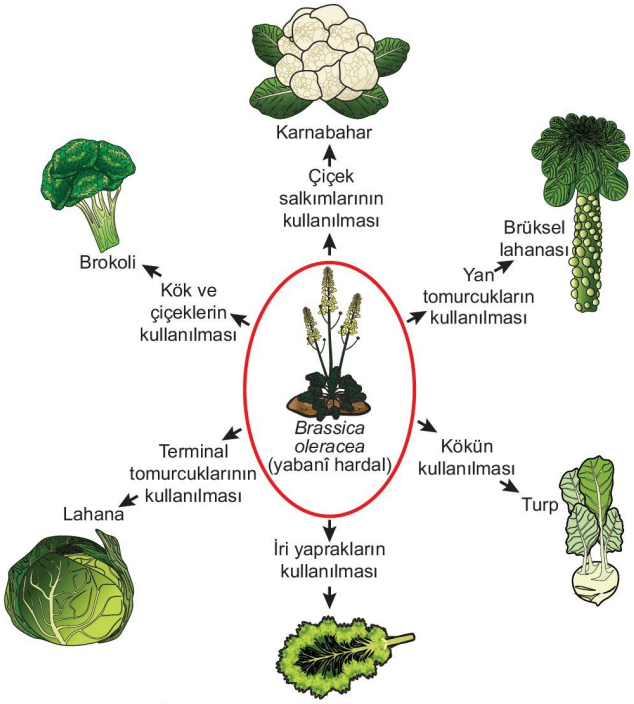
➜ Doğal seçilim yoluyla ilerleyen değişim süreci adaptasyonu oluşturur.

- Örneğin; aynı ortamda yaşayan ve aynı popülasyona ait olan farelerin farklı kürk renklerine sahip olmaları kalıtsal varyasyondur. Koyu renkli zeminde koyu renkli farelerin hayatta kalması ve açık renkli farelerin kolay farkedilerek tilkiler tarafından avlanması doğal seçilimdir. Doğal seçilimin koyu renkli fareler yönünde ilerlemesi fare popülasyonundaki koyu renkli bireylerin sayısının açık renklilere göre daha fazla olmasına neden olur. Koyu bir zeminde koyu renkli olma özelliğinin farelerde genetik olması ve farelerin yaşama şansını artırması ise adaptasyondur.

**Doğal seçilimin ürünü olarak adaptasyon**

➜ Bir popülasyondaki bireylerden bazılarının bulundurduğu özelliklerden dolayı insanlar tarafından seçilmesi ile bu özelliklerin yeni nesillere aktarılmasının sağlanmasına **yapay seçilim** denir. Yapay seçilim bazı hayvan, bitki ve bakteri türlerinde uygulanabilir.

- Örneğin; insanlar tarafından yabanî hardal bitkisinin farklı kısımlarının kullanılması ile yer lahanası, karnabahar, brokoli, karalahana gibi sebzelerin üretilmesi yapay seçilimdir.




**Yabanî hardal bitkisinden yapay seçilim ile üretilen bitkiler**

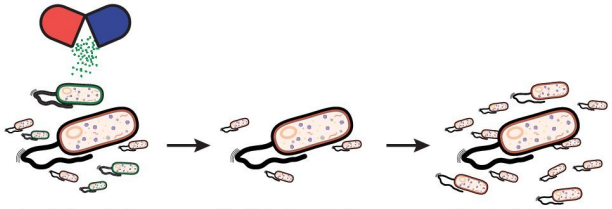
**NOT**

Seçilim çoğu zaman popülasyondaki kalıtsal varyasyonların azalmasına neden olur.

➜ Bakterilerde doğal ve yapay seçilim görülebilir.

➜ Bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde kullanılan antibiyotikler uygun dozda ve zamanında alınmazsa bakterilerde antibiyotik direncine neden olabilir.

➜ Yanlış antibiyotik seçimi, kullanım süresine ve dozuna uyulmaması, sık antibiyotik kullanımı gibi nedenler antibiyotik tedavilerinde zayıf olan bakterilerin elenmesine, güçlü olanların hayatta kalarak neslin devamlılığını sağlamasına neden olur. Bu durum doğal seçilimdir.




**Bakterilerde antibiyotik direnci gelişimi**

3D YAYINLARI

- Antibiyotiğe direnç kazanmış olan bakteriler, ilgili genleri plazmitleri sayesinde ve konjugasyonla diğer bakterilere aktarabilir, onların da direnç geliştirmesini sağlayabilir.

**NOT**

Mutasyonlar da antibiyotik direncine neden olabilir.

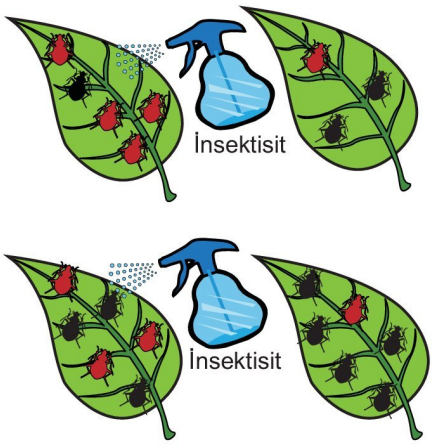
➜ Hangi bakterinin hangi antibiyotiğe direnç gösterdiğinin belirlenmesi amacıyla yapılan laboratuvar testlerine **antibiyogram testi** denir.

**Antibiyogram testi**

➜ Tarım alanlarında istenmeyen bitki, böcek, mantar ve mikroorganizmaların çoğalmasını engellemek ve zararını azaltmak için kullanılan tarım ilaçlarına **pestisit** denir.

➜ Pestisitlerden böcek öldürücü olanlarına **insektisit,** yabanî otları öldürenlere **herbisit,** mantar öldürücü olanlarına ise **fungusit** denir.

➜ Tarımda verimi artırmak için pestisitler kullanılabilir. Ancak zamanla hedef organizmalar bu ilaçlara karşı direnç geliştirebilir.




**Bir böcek türünde insektisit direnci**

**NOT**

Mutasyonlar da tarım zararlılarının pestisitlere karşı direnç kazanmasına neden olabilir.

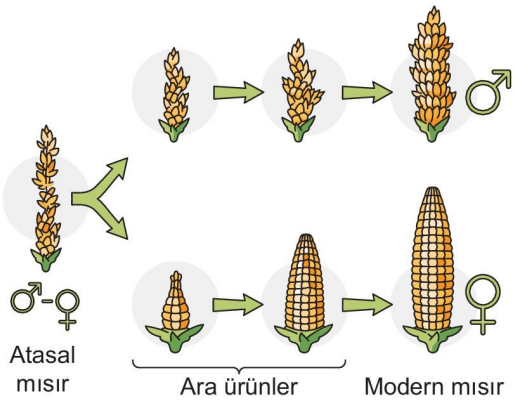
➜ Kimyasal tarım ilaçları olan pestisitler zamanla organizmaların direnç kazanması ile etkisini kaybedebilir. Bu ilaçların kullanımı çevre kirliliklerini artırır. Havaya, suya ve toprağa karışan ilaçlar besin zinciri ile canlıdan canlıya aktarılır. Hücrelerde biriken zehirli ilaçlar DNA'da bozulmalara, mutasyonlara ve kanserlere neden olabilir.

### Tarım ve Hayvancılıkta Yapay Seçilim Uygulamaları

➜ İnsanlar tarafından seçilerek yetiştirilen ve çoğaltılan bitki ve hayvan türlerine **kültür bitkileri** ve **kültür hayvanları** denir.

- Genetik mühendisliği sayesinde istenilen genler kültür türlere aktararak istenilen özellikte organizmalar, pestisitlere karşı dirençli bireyler, kuraklığa, soğuğa, sıcağa, sel baskınlarına, asitliğe, donmaya karşı dirençli bitkiler, iri taneli ve yüksek kaliteli meyveler elde edilmektedir.

➜ Tarımda yapay seçilimle buğday başağı ve mısırda tane sayısı artışı sağlanmış; yabanî, acı, iri çekirdekli meyveler veren şeftaliden günümüzdeki şeftaliler elde edilmiş, domateste verim ve kalite artırılmış, yabanî hardaldan çok çeşitli sebzeler üretilmiştir.




**Mısır bitkisinde yapay seçilim**

➜ Hayvancılıkta yapay seçilimle et ve yumurta verimi yüksek tavuklar; et ve süt verimi yüksek inekler; Arap atlarının güçlü ve hızlı olanlarından İngiliz yarış atları; uysal ve ağırbaşlı olan kurtlardan köpekler yetiştirilmiştir.

**Yapay seçişim ürünü olan İngiliz yarış atları**

➜ Organizmaları veya bir doğa parçasını iyileştirip daha üstün duruma getirme işlemlerine **biyolojik ıslah** denir. Biyolojik ıslahta amaç verimliliği artırmaktır.

3D YAYINLARI

## ETKİNLİK 1

**Aşağıdaki tabloda verilen ifadeler ile kavramları eşleştiriniz.**

| | |
|---|---|
| 1. Salyangoz kabuklarının farklı renk ve desenlerde olması | a) Herbisit ☐ |
| 2. Bukalemunun bulunduğu zeminin rengini alması | b) Varyasyon ☐ |
| 3. Yabani otları öldürmek amacıyla kullanılan tarım ilaçları | c) Doğal seçilim ☐ |
| 4. Kirliliğin olmadığı, zemin renginin açık olduğu ortamda yaşayan koyu renkli kelebeklerin sayısının azalması, açık renkli kelebeklerin sayısının artması | d) Adaptasyon ☐ |

## ETKİNLİK 2

**Aşağıdaki tabloda verilen olaylardan bakterilerde kalıtsal varyasyonlara neden olabileceklerin karşısındaki kutucuğu "✔" ile işaretleyiniz.**

- Mutasyon ☐
- Konjugasyon ☐
- Mayoz ☐
- Krossing over ☐

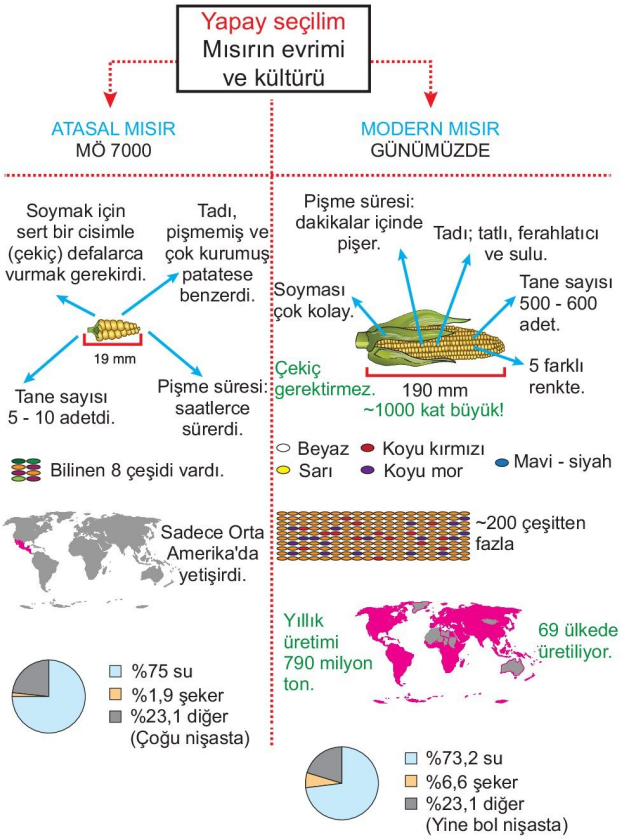
## ETKİNLİK 3

Aşağıdaki görselde X türü bakterilerin antibiyogram testi sonuçları verilmiştir.

**K, L, M ve N antibiyotik diskleri aynı miktarda antibiyotik içermekte olup disklerin etrafındaki koyu bölgeler X bakterilerinin çoğalamadığı alanları gösterdiğine göre, X bakterilerinin verilen antibiyotiklere olan dirençlerini çoktan aza doğru sıralayınız.**

## BECERİ TEMELLİ SORU 1

Aşağıdaki görselde atasal mısırın ve bu mısırın yapay seçilimi ile elde edilen günümüzdeki mısırın bazı özellikleri verilmiştir.




**Buna göre, yapay seçilim uygulaması mısır bitkisinde;**

I. kalıtsal varyasyonlar,

II. içerdiği besin çeşidi,

III. tek bir koçandan elde edilen tane sayısı,

IV. Dünya'da dağılım gösterdiği coğrafik alan büyüklüğü

**verilenlerden hangilerinin artışını sağlamıştır?**

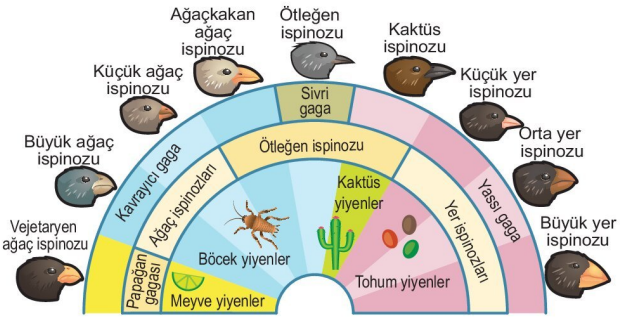
A) I ve II B) III ve IV C) I, III ve IV

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

3D YAYINLARI

## BECERİ TEMELLİ SORU 2

Aşağıdaki görselde Galapagos takım adalarında yaşayan ve ortak bir atadan gelen ispinoz kuşlarının besin tercihleri ile gaga yapılarında zamanla meydana gelen değişimler gösterilmiştir.




**Buna göre ispinoz kuşlarındaki özellikler ve zamanla meydana gelen değişimler için,**

I. İspinoz kuşlarının atasal formunda gaga yapısı çeşitliliği varyasyondur.

II. İspinoz kuşlarının doğal besin tercihine uygun gaga yapısına sahip olanlarının hayatta kalması doğal seçilimdir.

III. Tohumla beslenen ispinoz kuşları ile böcek yiyerek beslenen ispinoz kuşlarının gaga yapılarının besinini almayı kolaylaştıracak şekilde farklılık göstermesi adaptasyondur.

**ifadelerinden hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 1

Yapılan bir çalışmada tarla farelerinin etçil kuşlar tarafından avlanmasında tüy rengi ve zemin rengi arasındaki ilişkinin etkili olduğu, toprak zeminde koyu renkli, karla kaplı zeminde ise açık renkli farelerin daha avantajlı olduğu ve etçil kuşlar tarafından daha az avlandığı belirlenmiştir.

**Buna göre yapılan bu çalışma;**

I. doğal seçilim,

II. varyasyon,

III. mutasyon

**kavramlarından hangilerinin ifade ettiği olayları içermektedir?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

## BİRE BİR ÖSYM 2

Canlılar üzerinde çevresel değişimlerin etkilerini araştıran bir grup öğrencinin çalışmaları sonucu ulaştığı bazı sonuçlar şunlardır:

Kirliliğin olmadığı, açık renkli likenlerin yoğun olarak bulunduğu bir ekoksistemdeki kelebek popülasyonundaki bireylerin %90'ı açık renkli %10'u koyu renklidir. Bu ekosisteme bırakılan kuşların avladığı kelebeklerin % 88'i koyu renkli iken %12'si açık renklidir.

Endüstriyel kirlilik nedeni ile likenlerin gelişemediği ve fabrika bacalarından çıkan isten dolayı zeminin koyulaştığı bir ekosistemdeki kelebek popülasyonundaki bireylerin %88'i koyu renkli, %12' si açık renklidir. Bu ekosisteme bırakılan kuşların avladığı kelebeklerin %90'i açık renkli iken %10'u koyu renklidir.

**Bu çalışmalar ve sonuçları ile ilgili,**

I. Endüstriyel kirlilik kelebeklerin renginden sorumlu gende mutasyona neden olmuştur.

II. Kelebeklerin açık ve koyu renkli olması kalıtsal varyasyondur.

III. Açık renkli kelebeklerin kirliliğin olmadığı bölgede, koyu renkli kelebekler ise kirliliğin olduğu bölgede oransal olarak artması doğal seçilim ile sağlanmıştır.

**İfadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

| BİRE BİR ÖSYM SORULARI | | |
|---|---|---|
| 1. C | 2. A | |
| **BECERİ TEMELLİ SORULAR** | | |
| 1. C | 2. E | |

3D YAYINLARI

**1.** **Vejetatif üreme ile de çoğalabilen çiçekli bir bitki türünde,**

I. somatik hücreler,

II. polen ana hücresi,

III. mikrospor hücresi,

IV. vejetatif hücre

**verilenlerden hangilerinde meydana gelen mutasyonlar kalıtsal varyasyonları artırabilir?**

A) I ve II B) II ve III C) III ve IV

D) I, II ve III E) I, II, III ve IV

**2.** **Canlıların etkinliklerini devam ettirdikleri yaşam ortamları olan çevrenin bozulması;**

I. sürdürülebilirlik,

II. biyolojik çeşitlilik,

III. doğal kaynakların yenilenebilirliği

**verilenlerden hangilerini olumsuz etkilemektedir?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**3.** **Aşağıdakilerden hangisi canlılarda görülen ve kalıtsal olmayan varyasyonlara örnek <u>olamaz</u>?**

A) Spor yapan bireylerin kaslarının gelişmesi

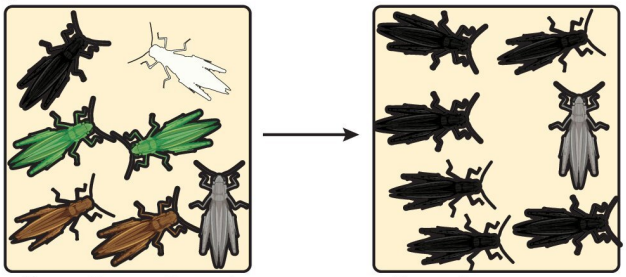
B) A ve B kan grubundan olan ebeveyinlerin 0 kan grubundan çoçuklarının olması

C) Trafik kazası nedeni ile bir bireyin parmağını kaybetmesi

D) Aşırı beslenme nedeni ile bireyde obezite gelişimi

E) Güneş ışığı etkisi ile bireyin ten renginin koyulaşması

**4.** Aşağıdaki görsellerden birincisi bir bölgede farklı tarımsal ürünlerin ekiminin yapıldığı tarlalardan rastgele toplanan çekirgelerin oransal dağılımını, ikincisi ise sanayileşmenin başladığı ve ilerlediği süreçte aynı bölgedeki tarlalardan rastgele toplanan çekirgelerin oransal dağılımını göstermektedir.



Sanayileşme öncesi çekirge popülasyonu

Sanayileşme sonrası çekirge popülasyonu

**Buna göre, zamanla açık renkli ve renkli çekirgelerin elenirken koyu renkli çekirgelerin oransal olarak artması aşağıdakilerden hangisinin gerçekleştiğini gösterir?**

A) Mutasyon B) Doğal seçilim

C) Varyasyon D) Biyolojik ıslah

E) Modifikasyon

**5.** **Eşeyli üreyen bir memeli hayvan popülasyonunda meydana gelen;**

I. vücut hücresi mutasyonları,

II. üreme hücresi mutasyonları,

III. çevresel faktörlerin etkisi ile bazı genlerin işleyişindeki değişimler

**olaylarından hangileri bu popülasyonunun gen havuzunda değişime neden <u>olmaz</u>?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

**6.** **Aşagidaki faktörlerden hangisi mutajen <u>değildir</u>?**

A) Radyoaktif maddeler B) Virüsler

C) X ışınları D) Düşük sıcaklık

E) UV ışınları

3D YAYINLARI

1.D 2.E 3.B 4.B 5.E 6.D 7.B 8.A 9.E 10.C 11.A

**7.** **Viral enfeksiyonlar ile mücadele etmenin zor olmasının ve bazı viral hastalıklardan korunmak için her yıl tekrarlanan dozlar şeklinde aşı uygulanmasının temel nedeni;**

I. virüslerin tek çeşit genoma sahip olması

II. virüslerin hızlı ve sık mutasyon geçirmesi

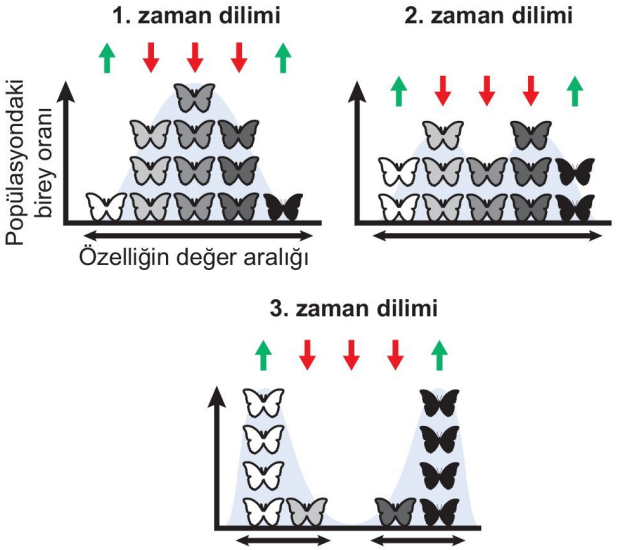
III. virüslerin cansız ortamda kristalleşmesi

**verilenlerden hangileri olabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

**8.** Aşağıdaki grafikler karasal bir ekosistemde yaşayan kelebek popülasyonununda bulunan farklı renklerdeki bireylerin ardışık üç zaman dilimindeki oransal dağılımlarını göstermektedir.




**Buna göre,**

I. 1. zaman diliminde doğal seçilim mekanizması çok açık ve çok koyu renkli kelebekler aleyhinde işlenmiştir.

II. 2. zaman diliminde kelebek rengi bakımından I. zaman dilimine oranla daha az çeşitlilik vardır.

III. 3. zaman diliminde çok açık ya da çok koyu renkli kelebekler avantajlı durumdadır.

**ifadelerinden hangileri <u>yanlıştır</u>?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) II ve III

**9.** **İnsanlarda;**

I. dil yuvarlayabilme ya da yuvarlayamama,

II. göz rengi,

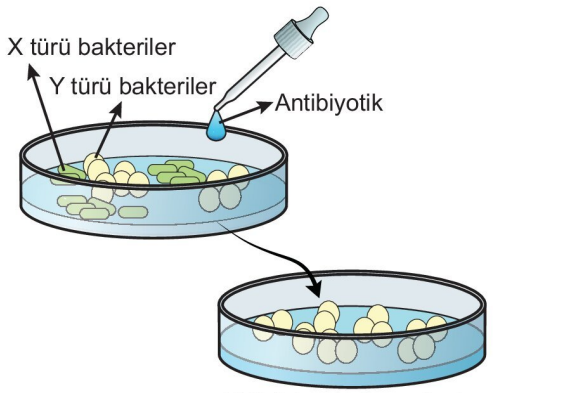
III. kan grupları

**özelliklerinden hangileri genetik varyasyonlara örnektir?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**10.** Aşağıdaki şekilde X ve Y türü bakterin aynı türünde antibiyotiğin kültüre eklenmesine bağlı olarak birey sayılarındaki değişimler gösterilmiştir.




- X türü bakteriler yok olmuş.
- Y türü bakterilerin sayısı artmış.

**Buna göre,**

I. X türü bakterilerin bu antibiyotiğe duyarlılığı fazladır.

II. Y türü bakteriler tüm antibiyotiklere karşı dirençlidir.

III. X bakterilerinin neden olduğu hastalığın tedavisinde bu antibiyotik çeşidi kullanılabilir.

**yorumlarından hangileri doğrudur?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**11.** Canlıların yaşamları boyunca etkileşimde bulunduğu canlı ve cansız bileşenlerin tümüne -------- denir.

**Yukarıdaki cümlede boş bırakılan yere seçeneklerin hangisindeki kavram yazılırsa cümle hatasız tamamlanmış olur?**

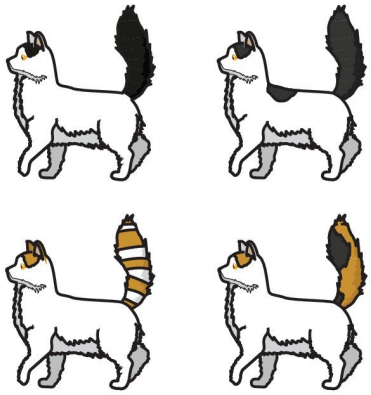
A) Çevre B) Ekoloji C) Varyasyon

D) Mutasyon E) Gen havuzu



/3dyayinlari

**1.** Aşağıdaki görselde bir Türk Van Kedisi popülasyonundaki post rengi çeşitleri gösterilmiştir.



**Tür içindeki bu renklenme farklılığını ifade eden kavram aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Varyasyon B) Doğal seçilim

C) Biyolojik ıslah D) Yapay seçilim

E) Adaptasyon

**2.** **Tarımsal alanlarda zararlı bitkilerin pestisitlere karşı direnç kazanmasında;**

I. doğal seçilim mekanizması,

II. mutasyonlar,

III. yanlış sıklıkta ve miktarlarda pestisit kullanımı

**faktörlerinden hangileri etkili olabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

**3.** **Memeli bir hayvan popülasyonundaki bireyler;**

I. adaptasyon,

II. mutasyon,

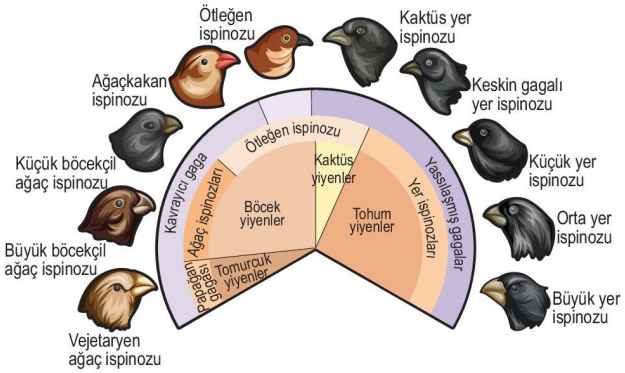
III. gen frekansının değişmesi

**verilenlerden hangilerini doğal seçilim ile <u>kazanmaz</u>?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

**4.** Aşağıdaki görselde Galapagos Takımadaları'nda yaşayan ve ortak bir atadan gelen ispinoz kuşlarının besinleri ve gaga yapılarındaki farklılaşmalar gösterilmiştir.




**Bu durumun ortaya çıkması,**

I. Ata ispinoz kuşlarında gaga yapılarındaki farklılıklar varyasyon olup beslenme sırasında avantaj sağlayan gaga yapısına sahip bireyler doğal seçilim ile seçildiğinden zamanla gaga yapıları ve besin tercihleri farklı olan bireyler oluşmuştur.

II. Doğal seçilim mekanizması ile ata ispinoz kuşu popülasyonundaki kalıtsal varyasyonlar zamanla arttığından ispinoz kuşlarının tüm morfolojik özellikleri değişmiştir.

III. Ata ispinoz kuşlarının ekolojik nişlerinin değişmesi mutasyonlara neden olarak zamanla tür içi kalıtsal varyasyonları artırmıştır.

**verilerinden hangileri ile açıklanabilir?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

**5.** **Aşağıdakilerden hangisi yapısal bir adaptasyon <u>değildir</u>?**

A) Kurak ortam bitkilerinde kütikula tabakasının kalın olması

B) Leyleklerin havalar soğuduğunda sıcak bölgelere göç etmesi

C) Soğuk bölgelerde yaşayan memelilerin vücut çıkıntılarının küçük olması

D) Nemli ortam bitkilerinin yaprak yüzeylerinin geniş olması

E) Develerin hörgüçlerinde yağ depolaması

3D YAYINLARI

1.A 2.E 3.A 4.A 5.B 6.A 7.D 8.C 9.E 10.E 11.C 12.D

**6.** I. Ağaç kurbağalarının yeşil olması

II. Çekirgelerin vücut beneklerinin farklı büyüklükte olması

III. COVİD-19 virüsünün varyantlarının oluşması

**Yukarıdaki olaylar ile karşılığı olan kavramlar aşağıdakilerin hangisinde doğru eşleştirilmiştir?**

| | I | II | III |
|---|---|---|---|
| A) | Adaptasyon | Varyasyon | Mutasyon |
| B) | Mutasyon | Varyasyon | Seçilim |
| C) | Seçilim | Adaptasyon | Mutasyon |
| D) | Adaptasyon | Mutasyon | Varyasyon |
| E) | Seçilim | Mutasyon | Varyasyon |

**7.** Bir bakteri türünün duyarlılık ve direnç gösterdiği antibiyotikleri belirlemek amacıyla yapılan çalışma ve sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

| B. K. O ve eklenen antibiyotik | Bakteri gelişim durumu |
|---|---|
| B. K. O | +++ |
| B. K. O + X | ++ |
| B. K. O + Y | + |
| B. K. O + Z | +++ |
| B. K. O + T | – |
| B. K. O + K | + |

**B. K. O:** Bakteri kültür ortamı

**–:** Bakteri gelişimi yok, **+:** Bakteri gelişimi var.

+ sayısı ne kadar fazla ise bakteri gelişimi o kadar çoktur.

**Buna göre bu bakteri türünün neden olduğu enfeksiyonun tedavisi için kullanılabilecek en uygun antibiyotik çeşidi hangisidir?**

A) X B) Y C) Z D) T E) K

**8. Mutasyonlar ile ilgili,**

I. Yararlı ve ölümcül olabilecekleri gibi bazen canlıyı olumlu ya da olumsuz yönde etkilemeyenleri de vardır.

II. DNA bulunduran her hücrede gerçekleşebilir.

III. Mutlaka kalıtsaldır.

**ifadelerinden hangileri yanlıştır?**

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

**9. Bakterilerde antibiyotik direncine;**

I. antibiyotiklerin kullanım süresine uyulmaması,

II. yanlış antibiyotik seçimi,

III. gereksiz antibiyotik kullanımı

**durumlarından hangileri neden olabilir?**

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**10. Genetik mühendisliği çalışmaları ile elde edilen bir kültür bitkisi;**

I. herbisitlere karşı dirençli,

II. meyve verimi normalden daha yüksek,

III. kuraklığa dayanıklı

**özelliklerinden hangilerine sahip olabilir?**

A) Yalnız II B) I ve II C) I ve III

D) II ve III E) I, II ve III

**11.** Günümüzden yaklaşık 25.000 yıl önce atalarımız yerleşik yaşama geçmeye başlamış ve bununla birlikte uysal olan kurtlar insanların kamplarına daha kolay yaklaşmış, onların tüketmediği etleri tüketerek kolay bir besin kaynağı bulmuştur. Atalarımız da güçlü ve keskin duyulara sahip bu hayvanları kamplarını ve sürülerini korumak, tehlikeleri erkenden uyarmak gibi amaçlarla kullanmak üzere beslemiş, en uysal ve ağır başlı olanlarını yanında tutmuş ve bunların kendi aralarında, yabani olanlardan izole bir şekilde yaşayıp çoğalması ile günümüzdeki köpeklerin atası evcilleştirilmiştir.

**Buna göre, vahşi kurtlardan evcil köpeklerin oluşum süreci aşağıdaki kavramlardan hangisine uygun bir örnektir?**

A) Mutasyon B) Modifikasyon

C) Yapay seçilim D) Doğal seçilim

E) Varyasyon

**12. Bir bakteri türünde genetik varyasyonların artışına;**

I. mutasyonlar,

II. DNA replikasyonu,

III. konjugasyon

**olaylarından hangileri neden olabilir?**

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II

D) I ve III E) I, II ve III

3D YAYINLARI